

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 141

ÉTUDE DES EAUX

De la partie Sud-Est et Sud-Ouest

DU MASSIF DE LA CHARTREUSE

THESE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 20 Juin 1929

PAR

Paul MOREL

Né le 25 Octobre 1899, à Grenoble (Isère)

GRENOBLE

IMPRIMERIE DARDELET

4, Grande-Rue, 4

1929

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 141

ÉTUDE DES EAUX

De la partie Sud-Est et Sud-Ouest

DU MASSIF DE LA CHARTREUSE

THESE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 20 Juin 1929

PAR

Paul MOREL

Né le 25 Octobre 1899, à Grenoble (Isère)

GRENOBLE

IMPRIMERIE DARDELET

4, Grande-Rue, 4

—
1929

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. ROLLET.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, BARD, LANNOIS.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	(MM. PIC.
Cliniques chirurgicales	(PAVIOT.
Clinique obstétricale et Accouchements	(TIXIER.
Clinique ophtalmologique	(BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	(VORON.
Clinique neurologique et psychiatrique	ROLLET.
Clinique des maladies des enfants	NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes	LEPINE (J.)
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires	VILLARD.
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie	COLLET.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	ROCHET.
Chimie biologique et médicale	NOVE-JOSSERAND.
Chimie organique et Toxicologie	CLUZET.
Matière médicale et Botanique	HUGOUNENQ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	MOREL.
Anatomie	BRETIN.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie interne	POLICARD.
Pathologie et Thérapeutique générales	DOYON.
Anatomie pathologique	FROMENT.
Chirurgie opératoire	CADE.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie ..	FAVRE.
Médecine légale	PATEL.
Hygiène	ARLOING (F.)
Thérapeutique	ETIENNE MARTIN.
Pharmacie	GOURMONT (P.)
Hydrologie thérapeutique et climatologie	SAVY.
	LEULIER.
	PIERY.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe	MM. VALLAS.
— — Propédeutique de gynécologie ..	CONDAMIN.
— — Chimie minérale	BARRAL.
— — Urologie	GAYET.

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Anatomie topographique	MM. THEVENOT (LÉON).
Puériculture et hygiène de la première enfance	RHENTER.
Chirurgie expérimentale	TAVERNIER.
Stomatologie	TELLIER.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
GARIN.	ROUBIER.	CHALIER (ANDRÉ)	DEVIC.
TRILLAT.	BONNET.	CHALIER (Joseph)	GABRIELLE.
SARVONAT.	RHENTER.	NOEL.	MANCEAU.
FLORENCE (G.)	MAZEL.	CHEVALLIER.	MARTIN (Joseph).
ROCHAIX.	SANTY.	DUMAS.	ROCHET (Ph.).
CORDIER (V.).	DUNET.	DUFOURT.	WERTHEIMER.
			GATE.

M. BAYLE, secrétaire.



EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. BARRAL, *Président*; MOREL, *Assesseur*.
MM. BRETIN, *Professeur* et MANCEAU, *Agrégé*.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA FEMME

A MA FILLE SUZANNE

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

A MA GRAND'MÈRE

A MA MÈRE ET A MON PÈRE

A MES BEAUX-PARENTS

A MES FRÈRES

AUX MIENS, A MES AMIS

• A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE,
MONSIEUR LE PROFESSEUR E. BARRAL,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Professeur de Chimie Analytique.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. MOREL,
Chevalier de la Légion d'honneur,
PROFESSEUR DE CHIMIE ORGANIQUE ET DE TOXICOLOGIE.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PH. BRETIN
Chevalier de la Légion d'honneur,
Professeur de Botanique et Matières Médicales.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ H.-P. MANCEAU,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Avant-Propos

Lorsque depuis quelques années on a quitté la Faculté, on sent un irrésistible désir d'y revenir, de revivre encore un peu la vie d'étudiant.

Ce plaisir nous le devons à M. le Professeur E. BARRAL qui, après nous avoir donné un sujet d'étude, a bien voulu accepter la présidence de notre thèse. Nous ne saurons jamais assez remercier ce Maître vénéré qui n'a cessé de nous prodiguer de précieux conseils et de nous encourager. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond attachement.

MM. les professeurs MOREL, BRETIN, MANCEAU, membres de notre jury.

Que tous nos Maîtres de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon et de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Grenoble, acceptent ici l'hommage de notre profonde gratitude.

Nos remerciements vont aussi à M. BLANCHET, collaborateur de la carte géologique de France, qui nous a fourni de précieux renseignements sur la géologie de la Chartreuse.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553603_0004

Introduction

Pour un Dauphinois, il est un plaisir bien doux que celui de parler du pays qui lui est cher. « Peu de massifs de si faible altitude sont aussi attrayants, caractérisés comme toutes les formations calcaires par des escarpements farouches et des falaises formidables dont les teintes rutilent au grand soleil ». C'est en ces termes que M. MARTEL parle du Massif de la Chartreuse sur une partie duquel porte notre étude.

Connaissant les difficultés qu'éprouvent les communes à doter leur village d'eau potable, nous avons voulu leur rendre service et faciliter leur tâche, en un mot leur donner les moyens d'apprécier et de se faire une opinion sur les sources de leur Pays.

Nous avons joint également à notre travail des tableaux de la valeur de potabilité d'une eau d'après les chiffres donnés par le Comité consultatif d'hygiène, un résumé succinct des instructions générales relatives aux eaux d'alimentation. (C'est ainsi que l'on peut se rendre compte de l'importance qu'il y a dans tout projet à bien connaître la géologie de la région où l'on se propose de capter une source.)

Enfin, nous avons cru bien faire de donner un aperçu de la loi du 15 février 1902 concernant le périmètre de protection.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance aux maires et aux secrétaires de mairies des loca-

lités dont nous allons parler, qui ont été pour nous de précieux collaborateurs, ne craignant pas de se déranger, de perdre leur temps, mettant à notre disposition toutes les pièces en leur possession. Nous ne saurions assez les remercier d'avoir bien voulu nous retourner le questionnaire suivant qui a été la base de notre thèse :

QUESTIONNAIRE

1° a) Quelles sont les principales sources qui alimentent en eau potable votre Commune ?

b) Où sont-elles situées d'une façon très précise ?

2° Ont-elles un débit régulier quelle que soit la saison ?

3° A-t-on établi un périmètre de protection ?

4° Y a-t-il eu à votre connaissance une épidémie due aux eaux ?

5° a) Existe-t-il sur le territoire de votre Commune des sources d'eau réputées minérales ?

b) Si oui, pourriez-vous m'indiquer leur emplacement exact ?

c) Ainsi que les propriétés qui leur sont attribuées ?

6° Si des expertises géologiques, des analyses chimiques et bactériologiques avaient été faites, voudriez-vous les communiquer ?

7° Préférez-vous que je me rende à la Mairie de votre Commune ?

a) Dans ce cas, quels sont les jours et les heures où j'ai le plus de chance de vous y rencontrer ?

8° Dans le cas où il me serait impossible de me conformer à vos heures, seriez-vous assez gentil pour donner des ordres afin qu'il me soit possible de consulter le dossier relatif aux eaux de votre Commune ?

9° Si une question spéciale vous intéressait, je puis me mettre à votre entière disposition dans le cadre de ma compétence. Veuillez me l'indiquer ?

10° a) Connaissez-vous des personnes qui pourraient me donner des renseignements précieux sur cette question ?

b) Quelle est leur adresse ?

11° Dans le cas où je jugerais utile de faire une nouvelle analyse, pourriez-vous me faire accompagner au lieu de captage
Quels jours de préférence ?

Enfin, nous avons rappelé l'existence d'anciens établissements d'eaux minérales donnant, avec le plus de précisions possibles, les renseignements que nous avons pu recueillir sur leur installation hydrothérapique.

La Terrasse et Bouquéron sont actuellement tombés dans l'oubli ; à la Terrasse, l'eau coule en filet très rare ; à Bouquéron, les eaux fluent toujours, mais le château sert de villégiature.

Dans l'espoir que ce modeste travail puisse être utile aux municipalités pour recherches et adduction d'eau, nous exprimons encore ici notre reconnaissance à tous ceux qui nous ont facilité notre tâche.

Histoire - Géographie - Géologie

HISTOIRE

APERÇU HISTORIQUE RAPIDE.

Le territoire du département de l'Isère était occupé par les Allobroges et les Voconces.

Ces pays vaincus par **FABIUS Maximius** (120 ans avant J.-CHRIST) devinrent province Romaine.

En 467 après J.-CHRIST, le territoire passa au pouvoir des Bourguignons ; **VIENNE** en était la capitale, royaume qui dura jusqu'en 1032.

Un seigneur « **GUIGUES LE VIEUX** » s'empara du Graisivaudan et un de ses successeurs, **GUIGUES André**, prit le titre de **DAUPHIN**. **HUMBERT II** n'ayant pas d'enfants, céda ses états à la couronne de France, en 1349.

Le **DAUPHINÉ** fut le théâtre d'événements mémorables :

a) Guerres civiles qui désolèrent le pays sous le commandement du **Baron DES ADRETS**, **DE MONTBRUN** et de **LESDIGUIÈRES**.

b) Guerres avec la Savoie.

c) Les contestations sérieuses qui s'élevèrent, dès 1760, entre le pouvoir royal et le Parlement de Grenoble

et qui aboutirent à la célèbre réunion de l'Assemblée des Trois Ordres, au Château de Vizille, en 1788.

d) Enfin, c'est près de Grenoble que l'Empereur NAPOLÉON I^{er} retrouva son armée à son retour de l'Ile d'ELBE (en Mars 1815).

GÉOGRAPHIE

DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE

LIMITES. — Le Département de l'Isère, formé d'une parcelle du Dauphiné, tire son nom de la rivière qui l'arrose.

Borné, au Nord, par les départements de la Savoie et de l'Ain ;

Borné, au Sud, par les départements de la Drôme et des Hautes-Alpes ;

Borné, à l'Est, par les départements des Hautes-Alpes et de la Savoie ;

Borné, à l'Ouest, par ceux du Rhône, de la Loire et de l'Ardèche,

sa forme est celle d'un trapèze irrégulier, son sol riche, productif et fertile dans certaines parties du territoire où la culture est très avancée, est pauvre dans certaines plaines arides et sablonneuses et dans les montagnes.

CLIMAT. — Le département de l'Isère, disent MM. *Fison et Vitu*, quoique situé dans la région méridionale de la France, offre, en général, un climat plutôt froid que chaud qu'on doit attribuer à l'élévation des montagnes, à l'influence des neiges perpétuelles et des glaciers qui blanchissent leurs sommets.

Les variations de l'atmosphère sont rapides et fréquentes et au milieu de l'été, dans les jours les plus chauds, un abaissement de la température se fait souvent sentir.

La pureté de l'air y est constante, et malgré les hivers longs et rigoureux qui sévissent dans les parties montagneuses, les productions du sol arrivent partout à maturité.

MINÉRALOGIE. — Les richesses minéralogiques abondent dans ce département.

FLORE. — Sa flore, avec celle de la Savoie, sont les plus riches et les plus variées de toute la France.

GÉOLOGIE. — De l'Est à l'Ouest, il déroule à peu près tous les terrains, roches archéennes du *Pelvoux*, de l'*Oisans*, de *Belledonne*, et le lias et l'oolithe, du *Trièves*, des accotements occidentaux de *Belledonne*, et de l'Ile de *Crémieu* — et la craie de la *Grande-Chartreuse*, de *Lans* et du *Vercors* — et les terrains tertiaires et quaternaires des terres froides.

Nous voyons, par ce rapide aperçu, la grande variété des sols.

Grenoble, la capitale « Reine des Alpes Françaises », se développe de jour en jour au milieu de ce décor féérique ; *O. Reclus* a dit : « Grenoble n'a guère de rivales en France, ni en Europe, ni nulle part, pour la beauté, la variété des pays environnants ».

MASSIF DE LA GRANDE-CHARTREUSE

SITUATION. — Au Nord et au Nord-Est de cette ville, s'étend le beau massif de la Chartreuse qui dresse ses escarpements au-dessus de la plantureuse vallée du Grésivaudan, sur la rive droite de l'Isère.

Écoutons ce que dit *O. Reclus* : « Les retraites des ravins et des bouts du monde qu'on trouve à chaque pas dans la Grande-Chartreuse, la paix des sommets, le silence auguste ou le murmure des sapins, dispensent à ce pays des monuments nécessaires ailleurs à la beauté des lieux ».

HISTOIRE, GÉOGRAPHIE. — Le Massif de la Grande-Chartreuse, formé de chaînons parallèles auxquels s'accroient les premiers plis du Jura, doit son nom au Monastère fondé en 1084 par *Saint-Bruno*.

Les chaînes subalpines exposées directement aux vents d'ouest, sont très humides et très vertes ; les forêts et les prairies constituent de vraies richesses ; l'abondance des eaux a permis la création d'usines.

La région des chaînes subalpines présente des caractères orographiques d'une grande uniformité, dérivant de sa géologie.

GÉOLOGIE. — Les terrains jurassiques supérieurs et les terrains crétacés y affleurent à l'exclusion de presque tous les autres. Ces chaînes plissées en voûte régulière ou formant de vastes plateaux de couches horizontales ou

peu inclinées sont celles qui offrent le plus de ressemblance de configuration avec celles du Jura.

Le Massif de la Chartreuse est un tronçon des chaînes subalpines (Préalpes des Géographes) particulièrement intéressant au point de vue géologique, car c'est là que se fait la jonction des chaînes subalpines et des chaînons jurassiens, distinction basée sur une notion de faciès des terrains du Jurassique et du Crétacé.

On observe, en effet, dans le massif de la Chartreuse, dans le Jurassique supérieur notamment :

1° Dans la partie occidentale des couches d'eau douce du Purbeckien, à la Cluse de Chailles et, plus au Sud, à la Buisse, de même entre Voreppe et la Buisse des couches marines peu profondes coralligènes qui correspondent au Portlandien de l'Echaillon ;

2° Dans la partie orientale du Massif, au contraire, ce même niveau est représenté par des terrains à faciès vaseux profond (faciès à céphalopodes).

Les géologues ont ainsi été conduits à rattacher au Jura, par analogie de faciès, les chaînons situés à l'Ouest du synclinal miocène de Voreppe ; à l'Est de ce synclinal, ils distinguent le Massif de la Chartreuse proprement dit.

Nous délimiterons donc ce massif de la façon suivante :

a) *Au Nord-Est.* — Ce tronçon de la Chartreuse est séparé de celui de Béanges par une dépression (vallée morte) qui a servi de passage aux glaciers néowurmiens et aux cours d'eau qui s'en écoulaient vers le lac du Bourget. Cette dépression est utilisée par la ligne^a P.-L.-M. entre Montmélian et Chambéry.

b) *Au Sud-Ouest.* — Ce massif est séparé du Massif

du Vercors entre Grenoble et Moirans, par la Cluse de l'Isère.

c) *Au Sud-Est.* — La limite est formée par la vallée de l'Isère entre Montmélian et Grenoble, profond sillon d'érosion correspondant à une bande de terrains plus tendres.

d) Enfin, au *Nord-Ouest.* — C'est la bande de molasse miocène de Voreppe, Col de la Placette, Les Echelles, Saint-Jean-de-Coux, Chambéry qui forme la limite géologique.

STRUCTURE GÉOLOGIQUE. — Ce massif est constitué par des couches jurassiques, crétacées et tertiaires alternativement marneuses et calcaires et plissées et synclinaux et anticlinaux de direction sensiblement parallèle à la vallée de l'Isère en amont de Grenoble.

Cette structure est assez analogue à celle du Jura, mais elle en diffère par une plus grande amplitude des plissements; les plis sont nombreux (voir carte) et plus aigus que dans le Jura et généralement asymétriques et déversés vers le Nord-Ouest; ce déversement est souvent très accentué et produit parfois dans les plis des étirements et même des ruptures. C'est ce que l'on observe instamment à La Monta et à Voreppe (voir coupe).

ETUDE STRATIGRAPHIQUE SOMMAIRE DU MASSIF DE LA CHARTREUSE. — Afin d'expliquer l'origine des sources qui font l'objet de notre étude, ainsi que la composition chimique de leurs eaux, il est nécessaire d'étudier, au moins d'une façon succincte, les terrains principaux qui constituent ce Massif; nous donnerons donc ci-après une rapide description des assises que l'on y rencontre en commençant par les plus anciennes.

TERRAINS JURASSIQUES :

a) *Bathonien*. — Cet étage qui n'affleure qu'en deux points, un peu en aval du village de Corenc et près de Bouquéron, est représenté par des bancs assez massifs de calcaires noirs.

b) *Callovien*. — Ce niveau est plus développé et forme sur la carte, autour des deux pointements précédents, une auréole elliptique qui s'étend de La Tronche jusqu'aux environs de Meylan. Ce sont des schistes noirs ou brunâtres désignés par les géologues d'après les fossiles que l'on y rencontre sous le nom de schistes à *Posidonomia Alpina*. Leur épaisseur totale est d'environ 200 mètres.

c) *Oxfordien*. — Etage très marneux représenté par 200 à 250 mètres de marnes d'un brun noirâtre, schisteuses présentant dans la partie basse une intercalation avec des géodes à beaux cristaux de quartz connus sous le nom de géodes de Meylan.

d) *Argovien et Rauracien*. — Niveau un peu plus calcaire que le précédent, anciennement exploité à Saint-Ismier comme calcaire à ciment ; ce sont des marno calcaires renfermant environ 70 % de carbonate de chaux ; leur épaisseur est d'environ 150 mètres.

e) *Séquanien, Kiméridgien et Tithonique*. — Avec le Séquanien commence une puissante série calcaire qui termine la série jurassique.

Ce sont d'abord des calcaires bien stratifiés, submarneux noirâtres avec délits marneux (Séquanien), puis des calcaires en gros bancs massifs noirâtres (Kiméridgien) et enfin les assises tithoniques représentées par deux niveaux séparées par une puissante assise de calcaires plus

clairs, café au lait et à grain extrêmement fin (Calcaire sublithographique).

TERRAINS CRÉTACÉS :

a) *Valanginien*. — Cet étage est extrêmement développé dans tout le massif de la Chartreuse ; il y est représenté par 3 formations successives :

a) A la base par des calcaires noirs à grains très fins, marneux, renfermant comme les calcaires Argoviens-Rauraciens environ 70 % de carbonate de chaux et comme eux, exploités comme pierre à ciment, (Porte de France, Fourvoirie, etc.).

Ce sont les calcaires Berriassiens des géologues.

b) La partie moyenne de l'étage est représentée par une très puissante série de marnes d'un gris jaunâtre qui forme généralement les cols et les dépressions (Col de Clémencières, dépression de Sarcenas, Sappey, Saint-Pierre-d'Entremont, plateau des Petites-Roches, etc.).

c) Enfin, la partie supérieure est représentée par des calcaires légèrement pyriteux et par conséquent bleuâtres en profondeur et rougeâtres sur les parties oxydées superficielles. C'est le calcaire bicolore ou calcaire du Fontanil qui se termine souvent par des calcaires à silex.

b) *Hauterivien*. — Est formé dans son ensemble par des marnes grises et des marno-calcaires bien lités et très développés sur une épaisseur de 100 mètres environ. A la base de cet ensemble, on observe en un seul point du massif, au Muret, près de La Monta, une couche glauconieuse.

c) *Urgonien*. — Aux environs de Grenoble et en particulier dans tout le Massif de la Chartreuse, les étages Borrémien et Aptien qui en d'autres régions sont nette-

ment différenciés, sont représentés par un faciès de calcaires récifaux très purs ou calcaires urgoniens. La pureté de ces calcaires permet de les exploiter comme pierre à chaux grasses ; on les utilise également comme pierres de taille. Ce sont eux qui forment la plupart des sommets (Chamechaude, Dent de Crolles, etc.). Ils sont généralement parcourus par tout un réseau de fissures et de cavités de dissolution (Trous du Glas, etc.), et présentant des surfaces corrodées par les eaux ou lappios.

d) *Albien ou Gault*. — Cet étage, peu important dans la région qui nous occupe, est généralement représenté par un calcaire zoogène roussâtre, à Entrogues, désigné sous le nom de « Lumachelle » et surmonté parfois d'une mince assise glauconieuse à fossiles phosphatés et ferrugineux.

e) *Sénonien*. — Les étages Cenomancien et Turoniens ne sont pas représentés et le sénonien repose directement sur l'Urgonien ; il est représenté à la base par des Lauzes grenues à grains de quartz et glauconieuses, et au sommet par des calcaires à silex.

TERRAINS TERTIAIRES :

La première moitié de l'époque tertiaire (Eogène) correspond dans notre région à une période d'émersion et par conséquent d'érosion ; elle est représentée, en général, par des graviers et des sables et argiles bigarrés exploités comme produits réfractaires (Voreppe) et remplissant des poches dans les calcaires urgoniens et sénoniens. A Maupertuis, près Quaix, affleurent des assises de calcaire lacustre rognonneux, bréchoïdes à éléments « pralinés », accompagnés de marnes blanches et roses et représentant le Chattien.

Miocène. — Avec le miocène, nous retrouvons des sédiments marins représentés par une puissante série de mollasse alternant avec un pouding à galets alpins et cailloux impressionnés et qui se termine souvent par un niveau plus sableux avec intercalation de lignites.

De l'exposé précédent, il résulte que l'on peut distinguer dans l'ensemble une alternance de marnes et marno-calcaires formant des dépressions avec des calcaires qui constituent les crêtes et les abrupts; cette alternance qui conduit à une structure en escalier bien observable le long de toute la falaise orientale, est bien mise en évidence dans la coupe ci-contre (voir Nash).

Cette alternance délimite aussi toute une série de niveaux aquifères qui doivent leur existence à la perméabilité relative des couches successives. Nous pourrions distinguer à ce point de vue :

a) Un premier ensemble imperméable qui correspond au Callovien-Oxfordien et Argovien à la surface duquel existe généralement un niveau aquifère important dû à la perméabilité de la série calcaire (Séquanien, Kiméridgien, Tithonique, Berriasien) qui le surmonte.

b) Un second niveau imperméable représenté par la série Valanginien-Hauterivien, donne également un niveau aquifère dû à la présence au-dessus de la série calcaire Urgonien-Gault-Sénonien. Il y a lieu de noter que la base des calcaires du Fontanil peut donner lieu également à un niveau aquifère.

c) Enfin, la partie supérieure sableuse de la mollasse miocène absorbe également les eaux météoriques et donne souvent lieu à un niveau aquifère généralement d'excellente qualité par suite de la finesse de la zone filtrante.

En outre, des trois types précédents, il y a lieu de considérer les terrains aquifères suivants :

1° *Terrains glaciaires ou fluvio-glaciaires.* — Ces dépôts représentés par des sables, graviers et cailloutis, remontent jusqu'à une altitude de 1.100 à 1.200 et renferment souvent de grandes quantités d'eaux ;

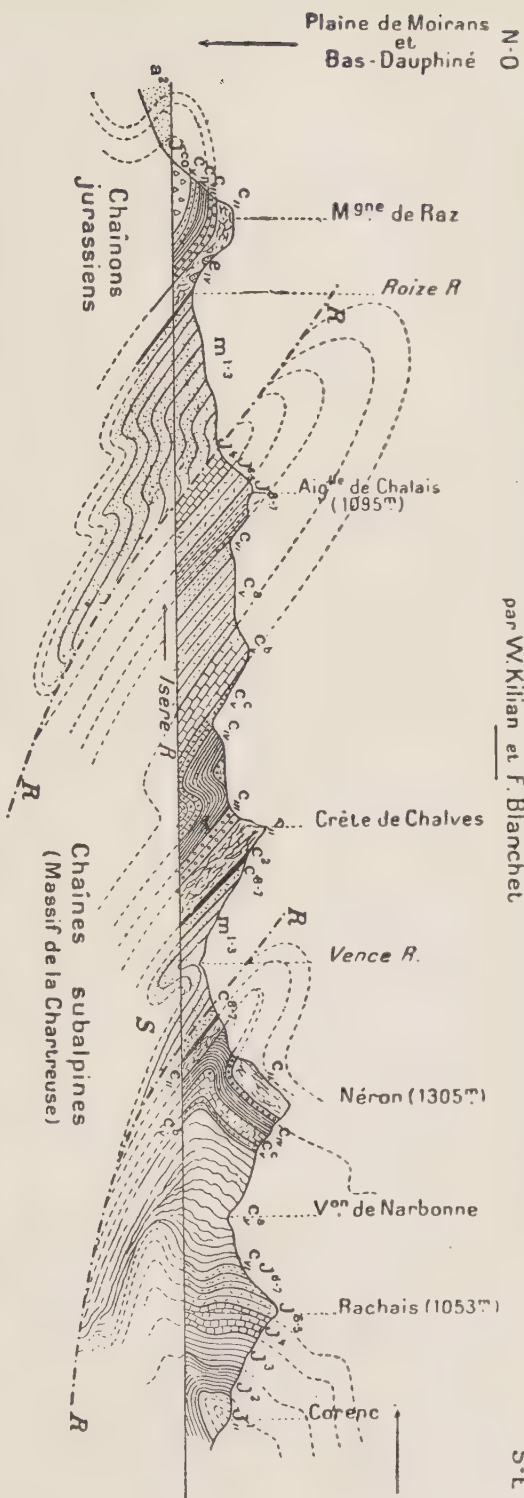
2° Les Eboulis au pied des abrupts rocheux retiennent souvent, eux aussi, une certaine quantité d'eau ;

3° Les alluvions modernes que l'on rencontre dans le fond des dépressions varient des sables fins aux cailloutis roulés de grosseur appréciable ; elles donnent lieu à une ou plusieurs nappes dans lesquelles les eaux sont prises soit par puits, soit par tubes ;

4° Les cônes de déjections généralement très développés aux débouchés des vallons torrentiels dans les grandes vallées (bordure du Grésivaudan) donnent aussi souvent naissance à d'importants niveaux aquifères.

Coupe de la rive droite de l'Isère en aval de Grenoble (d'après l'état de nos connaissances en 1924) par W. Kilian et F. Blanchet

S-E



a² - Alluvions modernes
m¹⁻³ - Molasse miocène
e_{iv} - Sables bigarrés éocènes
c⁶⁻⁷ - Crétacé supérieur
c² - Crétacé moyen (Gaul)
c_{iv} - Urgonien

c_{iv} - Hauterivien supérieur et Barremien inf.
c_{iv} - Hauterivien inférieur
c_v - Calcaire à silex
c_v - Calcaire du Fontenil
c_v - Marnes à Bel. latus
c_{iv} - Calcaire à ciment à Hopl. Boissieri

j⁶⁻⁷ - Jurassique moyen (Calc. de Corenc)
j⁶⁻⁷ - Jurassien
j⁶⁻⁷ - Jurassien

j⁶⁻⁷ - Calcaires tuboniques
j⁶⁻⁷ - Facies zoogène de l'Echailhon
j⁶⁻⁷ - Calcaires Kimmeridgiens
j⁶⁻⁷ - Calcaires séquanais
j⁶⁻⁷ - Marno-calc. angoviens
j⁶⁻⁷ - Schistes et marnes oxfordiens

S - Pl. correspondant à celui de Sassena
R - Surfaces de refolement (Failles de la Chartreuse et de l'Isère, de Ch. Long)
R - La coupe passant en arrière de la faille de la Buissière et du Rocher de Cornillon, ces accidents n'ont pas été figurés

Procédés Analytiques

HYDROTIMÉTRIE

PRINCIPE. — Méthode d'essai faisant connaître la bonne ou mauvaise qualité d'une eau, basée sur leur propriété à précipiter le savon.

L'eau renferme une quantité variable de sels de chaux et de sels de magnésie; si on met une solution hydroalcoolique de savon en contact avec cette eau, il y a décomposition avec formation de savon insoluble (oléate, stéarate, palmitate de chaux ou magnésie).

Le degré hydrotimétrique français correspond à 1 gr. de savon par litre.

C'est ainsi qu'une eau marquant 30° hydrotimétrique précipitera inutilement 3 gr. de savon.

Par cette méthode, on connaîtra la quantité de sels alcalino-terreux et d'acide carbonique que contient une eau.

RÉACTIFS NÉCESSAIRES :

- 1° Eau distillée pure, sans acide carbonique ;
- 2° Liqueur de savon titrée (formule de *Courtonne*) (formulaire militaire) ;
- 3° Solution oxalate NH_4 au 1/60.

HYDROTIMÉTRIE

Liqueur Hydrotimétrique.

Son Titrage.

Introduire dans le flacon hydrotimétrique 40 cc. de solution de chlorure de calcium.

Chlorure calcium fondu et pur.....	0,25
Eau	1.000

Ajouter, au moyen de la burette hydrotimétrique, la solution de savon, continuer les additions et agiter jusqu'à obtention d'une mousse persistant au moins 5 minutes et ayant 1/2 c/m d'épaisseur.

Lire sur la burette le nombre de degrés employés ; si la solution est bien faite, on doit avoir employé 22 divisions de la burette non compris, la division O.

Dans le cas contraire, on opérera de la façon suivante :

Soit n le nombre de degrés inférieurs à 22, on aura :

$$22 - n = X \times \frac{1}{23} = \frac{X}{23}$$

On devra donc ajouter à la solution — de son volume
23

pour la ramener au titre voulu.

Si la solution est trop faible, on la ramène au titre par concentration :

1° Hydrotimétrique = 0,01 savon.

DÉTERMINATION DU DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE D'UNE EAU

Essais préliminaires. — Dans un verre à analyse, sur 25 c³ de l'eau à Analyser, verser 1 cm³ de liqueur de savon, agiter, s'il n'y a pas formation de grumeaux on peut procéder directement au titrage. S'il y a des grumeaux, l'eau est trop riche en sels alcalino-terreux ; on devra procéder à une dilution.

Détermination du degré Hydrotimétrique total :

a) Acide carbonique, sels terreux (calcaire plus magnésie).

Verser dans le flacon gradué 40 cc. de l'eau à analyser puis, goutte à goutte, à l'aide de la burette, la liqueur de savon, en agitant après chaque addition puis jusqu'à la formation d'une mousse d'un 1/2 c/m d'épaisseur, persistant pendant 5 minutes.

Dosage de l'acide carbonique et des sels calcaires et magnésiens :

b) Acide carbonique plus sels magnésiens.

Prendre 50 cc. d'eau à analyser et ajouter 2 cc. solution d'oxalate ammoniacque, afin de précipiter toute la chaux.

Agiter — laisser reposer 30 minutes — filtrer au papier Berzelius, lavé à l'eau distillée bouillante à 0 degré hydrotimétrique.

Prélever 40 cc. du filtrat et prendre le degré comme plus haut.

c) Sels de magnésie et de chaux (autres que les carbonates).

Dans un ballon, muni d'un réfrigérant ascendant, on fait bouillir 200 c³ d'eau à analyser pendant 30 minutes, laisser refroidir et rétablir le volume primitif avec de d'eau distillée à 0°. Agiter, filtrer et prendre à nouveau le degré hydrotimétrique du filtrat. Le nombre obtenu sera diminué de 3° qui correspond aux carbonates et calcaires magnésiens que l'eau tient encore en dissolution après ébullition.

d) Sels de magnésie solubles (restés dans l'eau).

Au filtrat c obtenu précédemment, on ajoute 2 c³ solution oxalate NH⁴ et on opère comme en b. Ce qui permet les calculs suivants :

A — B = E, soit la totalité des sels de chaux.

A — C = F représente, soit acide carbonique libre et carbonate terreux.

C = sels de chaux et magnésie autres que les carbonates.

D + E = G, sels magnésie solubles et sels chaux solubles et insolubles.

A — G = H, acide carbonique.

F — H = K, carbonate terreux.

C — D = M = sels de chaux solubles.

Et permet d'établir une Analyse complète comme suit :

1° Degré hydrotimétrique, soit A ;

2° Ac. carbonique libre ou combiné aux carbonates sous forme bicarbonate H ;

3° Carbonate terreux évalué en carbonate chaux, K ;

4° Sels de chaux solubles évalués en sulfate de chaux, M ;

5° Sels de magnésie solubles (sulfates ou chlorures), D.

On peut évaluer ces divers résultats en poids en se reportant au tableau suivant, qui donne les coefficients pour un degré hydrotimétrique, pour un litre d'eau :

Exemple : Sulfate de chaux 4° ou

$$4 \times 0,014 = 0,056$$

degré Hydrotimétrique.

Chaque degré Hydrotimétrique correspond à, pour un litre d'eau :

En chaux	0,0057
Ca Cl ²	0,0114
CO ³ Ca	0,0103
SO ⁴ Ca	0,0140
MgO	0,0042
MgCl ²	0,0090
CO ³ Mg	0,0088
SO ⁴ Mg	0,0125
NaCl	0,0120
SO ⁴ Na ²	0,0146
SO ³	0,0082
Cl	0,0073
CO ²	5 c ³

Exemple : Sulfate
de chaux 4° :
ou $4 \times 0,014 =$
0 gr. 056.

Degré Hydrotimétrique :

	<i>Total</i>	<i>Permanent</i>
Eau très pure.....	5 à 15	2 à 5
Eau potable.....	15 à 30	5 à 12
Eau suspecte.....	> 30°	12 à 18
Eau mauvaise.....	> 100°	> 20

Instruc. du Comité Consultatif d'Hygiène.

DÉTERMINATION DU DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE PERMANENT :

On fera bouillir 100 cm³ de l'eau à analyser pendant 30' pour précipiter les carbonates ; on ramènera le volume à 100 cm³ après refroidissement avec de l'eau distillée. Après filtration, on déterminera le degré hydrotimétrique sur 40 cm³ de filtrat.

Prélèvements des Echantillons

Nous ferons les prélèvements dans des bouteilles en verre blanc, celles en verre vert étant trop facilement attaquées par les matières en dissolution dans les eaux à analyser. Au préalable, nous leur ferons subir un nettoyage sérieux.

Tout d'abord, un premier lavage avec une solution chaude de cristaux de soude (carbonate de soude) puis, à plusieurs reprises, rinçage à l'eau distillée. Il serait bon et bien préférable, si les conditions d'éloignement ne rendait pas la chose si difficile, de rincer avec l'eau à prélever.

Nous nous servons, ensuite, d'une solution saturée de permanganate de potasse, environ 20 centimètres cubes et après égouttage de 10 cc. d'acide sulfurique que nous laisserons en contact au moins 10 minutes.

Nous égoutterons soigneusement nos bouteilles, pour les transporter au lieu du prélèvement, et là, nous terminerons le rinçage jusqu'à cessation de toute acidité au papier de Tournesol (nous aurons bien soin de ne jamais utiliser l'eau distillée en dernier lieu).

Pour recueillir l'eau destinée à l'Analyse, nous prendrons certaines précautions; ne pas troubler l'eau, n'y rien laisser tomber, la prendre au milieu de la veine liquide, etc...

C'est à ce moment-là que nous ferons nos détermina-

tions physiques (voir plus loin); ceci étant terminé et nos bouteilles remplies, nous les boucherons avec certaines précautions; nous n'utiliserons, à cet effet, que des bouchons, maintenus une heure au laboratoire dans l'eau distillée bouillante et transportée sur les lieux dans des flacons à large ouverture. Avant de nous en servir, nous aurons soin de les bien rincer à l'eau de la source. Il ne restera alors qu'à étiqueter les premières bouteilles et les transporter, avec le maximum de soin et la plus grande célérité, au laboratoire.

Pour le transport, nous préserverons nos bouteilles des rayons solaires, parce que toutes les eaux renferment des nitrates et des matières organiques. Les matières organiques réduisent les nitrates et donnent des nitrites; or, une eau renfermant des nitrites est mauvaise.

ANALYSE PHYSIQUE

L'appréciation de la potabilité d'une eau est basée, tout d'abord, sur l'analyse physique (limpidité, odeur, etc...), puis sur l'analyse chimique qui permet d'apprécier sa pureté.

1° ANALYSE PHYSIQUE :

a) *Limpidité*. — Après avoir agité l'eau dans la bouteille, on la verse dans un verre placé sur un papier blanc et l'on note si l'eau est limpide ou trouble, avec ou sans dépôt.

b) *Odeur*. — Après agitation de la bouteille, on notera si l'eau a une odeur marécageuse ou putride.

c) *Couleur*. — Bleue en épaisseur, incolore sous un faible volume.

d) *Saveur*:

1° Fraîche et agréable; légèrement acide, s'il y a un léger excès d'acide carbonique (eau ayant les caractères d'une eau potable);

2° Si elle est salée (excès de NaCl), Amère (sels magnésie), Fade (absence de sels). C'est une eau, par conséquent, ayant les caractères d'une eau mauvaise.

e) *Température*. — Nous nous servirons d'un thermomètre à mercure dont nous avons déterminé le zéro, au préalable; en-dessous de 8°, l'eau est susceptible de fatiguer l'estomac.

De 8 à 10°, c'est la température d'une eau potable.

De 15 à 20°, elle est désagréable.

Ces petites déterminations faites, nous nous rendrons au Laboratoire pour y pratiquer les essais préliminaires.

ESSAIS PRÉLIMINAIRES

1° RECHERCHE DES SULFURES:

a) Le meilleur indicateur sera l'odorat, l' H^2S ayant une odeur désagréable et particulière d'œufs punés.

b) Avec une solution de nitroprussiate de soude à 10 % (réactif peu sensible) quelques gouttes de cette solution, ajoutées à l'eau sulfureuse, on obtient une teinte faible bleu fugace.

Mais si l'on verse quelques gouttes de lessive de soude ou d'ammoniaque, on obtient par addition du réactif, une teinte violette pourpre qui dure une minute ou deux.

c) Cinq gouttes HCl et d'une solution de paraphe-

nylènediamine après avoir agité une goutte de perchlorure de fer donne une coloration violette, s'il y a traces de sulfures, ou mieux :

Porter 100 cm³ d'eau à 50 ou 60°, dans un flacon largement ouvert ; s'il y a odeur putride, on s'assurera que l'on est en présence de H²S ; à l'aide de sulfate de cuivre, il y aura formation de sulfure de cuivre noir :



2° RECHERCHE DES SULFATES :

Les eaux renfermant des sulfates sont dites seleniteuses. Pour rechercher les sulfates, on se sert d'HCl et d'une solution de BaCl² à 10 %.

Mode opératoire. — On fait bouillir 200 cc. d'eau avec 1 cc. d'HCl, on ajoute au mélange 1/2 cc. de solution de BaCl² à 10 %. Filtrer. La liqueur filtrée ne doit plus précipiter, par addition de BaCl².

La dose maxima de sulfate tolérée dans une eau potable est celle précipitée par 1/2 cc. de solution BaCl² à 10 %.

3° RECHERCHE DES CHLORURES :

Nous avons mis, dans un vase à précipiter, 50 cc. d'eau à analyser, quelques gouttes de chromate de Potasse, puis faire tomber, goutte à goutte, une solution décimormale d'Azotate Ag. jusqu'à teinte rose persistante.

Soit n Nombre C³ azotate Ag nécessaire. La quantité de chlorures sera donnée par la relation :

$$n \times 20 \times 0,00585 = \text{gr. NaCl.}$$

$$n \times 20 \times 0,00355 = \text{gr. Cl.}$$

4° RECHERCHE DES NITRITES :

Pour cette recherche, de nombreux réactifs ont été proposés (r. de *Tromsdorff* à l'iodure de zinc amidonné ; r. de *Griess* à l'acide sulfanilique et sulfate de naphtylamine, r. de *Granval* et *Lajoux*, r. de *Deniges*, r. de *Rochaix* au rouge de toluidine, r. de *Lombard*).

Pour notre compte, nous nous sommes servis de deux réactifs : le réactif acétophénique et le réactif de *Tromsdorff*.

a) Réactif acétophénique	}	Phénol 3 gr.
		ac. acétique. 37 gr.

Mode opératoire : Evaporer à sec au bain-marie 100 c³ d'eau à analyser, après refroidissement, ajouter au résidu quelques gouttes de réactif acétophénique. L'acide acétique déplace l'acide azoteux qui forme avec le phénol, du phénol nitri ou nitron, coloré en jaune. En ajoutant de l'ammoniaque, on obtient des sels ammoniacaux correspondant, dont la coloration jaune est encore plus accentuée.

b) *Réactif de TROMSDORFF.* — Que l'on prépare dans 100 c³ d'eau distillée on délaie 5 gr. d'amidon et on ajoute 20 gr. de chlorure de zinc. On fait bouillir ce mélange plusieurs heures, en remplaçant, de temps en temps, l'eau qui s'évapore ; quand les grains d'amidon paraissent entièrement dissous, on ajoute 2 gr. d'iodure de zinc. On complète le volume à un litre, puis on filtre directement sur du coton de verre.

Ce réactif doit être conservé en flacons de verre jaune, bien bouchés et à l'obscurité.

Mode opératoire : On mesure 100 C³ de l'eau à analyser dans un verre à expérience, on ajoute 3 cc. de réactif et 2 C³ d'acide sulfurique pur étendu (une partie d'acide pour 2 parties d'eau). On mélange le tout. Si l'eau renferme des Azotites, on obtient soit immédiatement, soit au plus tard, au bout d'une minute, une coloration bleue plus ou moins marquée et d'autant plus intense qu'il y a davantage d'azotites.

On ne tiendra pas compte d'une coloration qui se produirait tardivement, car toutes les eaux finissent par bleuir après un certain temps.

L'azote nitrique est, en général, le témoin de la présence de détritus et de déjection d'origine animale dans l'eau examinée.

Au préalable, nous avons essayé la sensibilité du réactif au moyen d'une solution de nitrite de sodium excessivement diluée.

5° *Recherche des NITRATES.* — Pour cette recherche, nous avons utilisé le réactif sulfo-phénique que nous avons préparé en faisant dissoudre :

2 grammes d'acide phénique pur cristallisé dans :

8 grammes d'acide sulfurique pur.

Nous avons ajouté 4 cc. d'eau distillée.

Mode opératoire : Dans une petite capsule, en porcelaine, nous avons introduit 10 cc. de l'eau à essayer.

Nous avons évaporé à siccité au bain-marie. Enfin, après refroidissement, nous avons ajouté 2 à 3 gouttes de réactif sulfophénique au résidu de l'opération ; nous avons obtenu une coloration rouge brun, puis nous avons

ajouté 2 gouttes d'ammoniaque ; il se produit une coloration jaune en présence d'azotates.

Toutes les eaux renferment des nitrates parce que l'eau de pluie renferme des nitrates et des nitrites qui, dans la terre, se transforment en nitrates.

6° RECHERCHE DES MATIÈRES ORGANIQUES :

Dans une fiole *Erlenmeyer* nous avons mis 100 cc. de l'eau à analyser alcalinisée avec 5 cc. de solution saturée de CO_3Na^2 , puis nous avons ajouté 2 C³ de solution de MNO^4K contenant 0,40 MNO^4K par litre. Après ébullition de 10 minutes, on constate si le liquide est décoloré ou non.

En cas de décoloration, la quantité de matières organiques est supérieure à 2 m/m comptés en O du MNO^4K .

Ou encore :

100 cc. eau, plus SO^4H^2 , plus 111 gouttes de MNO^4K pour obtenir coloration rose pâle, faire bouillir une demi-heure ; la coloration doit se maintenir, si elle disparaît, présence de matières organiques.

7° RECHERCHE AMMONIAQUE :

On se sert du réactif de *Nessler* préparé en faisant fondre dans une capsule :

75 I K dans
50 eau chaude.

Ajouter 100 gr. biodure Hg ; agiter, puis diluer la solution obtenue à 500 C³ avec l'eau distillée. Filtrer

pour séparer le précipité jaune verdâtre et compléter à 1000 C³.

A 300 C³ de cette solution, ajouter 300 cc. de solution de soude à 10 % (privée de ses carbonates) et compléter à 1000 C³ avec de l'eau distillée. Mélanger. Ce mélange constitue le *R. de Nessler*.

Mode opératoire : Dans un verre blanc, 50 cc. de l'eau à analyser, 10 gouttes réactif *Nessler*. Agiter avec une baguette et noter la coloration au bout d'une demi-heure. En présence d'ammoniaque on obtient une coloration jaune.

En présence de plus grande quantité, on obtient une coloration rouge orange.

En présence d'une quantité plus grande encore, on obtient une coloration louche ou précipité.

Conditions d'une bonne eau pour les usages domestiques

a) SAVONNAGE :

L'eau potable ne doit pas précipiter une solution de savon en grumeaux insolubles ; s'il y a précipitation, c'est qu'il y a excès de sels calcaires ou magnésiens.

b) PRÉPARATION DES ALIMENTS :

Les légumes contiennent une caséine végétale qui, avec les sels calcaires, peut donner des combinaisons insolubles, dès lors les eaux riches en bicarbonates et en sulfate de chaux s'opposent à la cuisson des légumes.

LIMITE DE POTABILITÉ DES EAUX

Comité Consultatif d'Hygiène

PAR LITRE	TRES PURE	POTABLE
Résidu à 110°	Moins de 0,015	Moins de 0,04
Degré Hydr. T	5 à 15°	15 à 30°
— permanent	2 à 5°	5 à 12°
Chlore	Moins de 0,015	Moins de 0,04
Na Cl	— 0,027	— 0,066
SO3	0,002 à 0,005	0,005 à 0,03
SO4 Ca	0,003 à 0,008	0,008 à 0,05
Azotates	0	Moins de 0,015
Azotites	0	— 0
NH3 Alb	Moins de 0,00005	Moins de 0,00005-0,001
Perte au rouge	— 0,015	0,015-0,04
PAR LITRE	SUSPECTE	MAUVAISE
Résidu à 110°	0,04 à 0,070	plus de 0,07
Degré Hydr. T	plus de 30°	— 100°
— permanent	12 à 18°	— 20°
Chlore	0,051 à 0,1	— 0,1
Na Cl	0,085 à 0,165	— 0,165
SO3	Plus de 0,03	— 0,05
SO4 Ca	Plus de 0,05	— 0,02
Azotates	0,002-0,003	— 0,004
	0,015-0,03	— 0,03
Azotites	traces	quantité appréciable
NH3 Alb	0,0001-0,00015	Plus de 0,00015
Perte au rouge	0,04-0,07	> 0,100

EAUX POTABLES

Matières dissoutes, par litre et en M/mgr.

Matières minérales.....	20	—	500
CO ³ Ca	10	—	300
Chaux (moins CO Ca).....	1	—	30
Magnésie	1	—	10
Alumine	0	—	5
Potasse et soude.....	0	—	10
Chlorure de sodium.....	0	—	20
Sexquioxyde de Fer.....	1	—	5
Ammoniaque	<	0,02	
Acide sulfurique.....	1	—	40
— Azotique	0	—	5
— Phosphorique	0	—	0,5
Silice	0	—	20
CO ² libre.....	15 cc.	—	20 cc.
Oxygène, au minimum.....	3 cc.		

LIMITE DE POTABILITÉ DES EAUX

Résidu sec à 180°.....	0,50 à 0,60 par lit.
Matières organiques.....	0,005
Chlore	0,04
SO ⁴ H ²	0,03
Degré hydrotimétrique total.....	20° (30°)
Degré hydrotimétr. après ébullition.	12°
Absence de microbes pathogènes à l'Analyse bactériologique.	

TABLEAU DE LA VALEUR DE POTABILITÉ D'UNE EAU

Chiffres donnés par Comité Consultatif d'Hygiène

	AZOÏTES	AZOTATES	AMMONIAQ.	CHLORURE	SULFATE	MAT. ORGANIQUE EXPRIMÉE EN O EMPRUNTÉE AU Mn 04 R
Eau très pure	0	0	< 0.04	< 0.015	0.002 - 0.005	< 0.001
Eau potable	0	0 à 0.015	0.04 - 0.08	< 0.04	0.005 - 0.01	< 0.002
Eau suspecte	traces	0.015 - 0.03	0.08 - 0.15	0.05 - 0.1	< 0.03	0.003 - 0.004
Eau mauvaise	présence p. litre	> 0.03 p. litre	> 0.15 p. litre	> 0.01 p. litre	< 0.05 p. litre	> 0.004 p. litre

PAR LITRE	MILLIGR. DE Mn O ₄ K DÉCOMPOSÉ	MILLIGR. D'AC. OXALIQUE	CENT. C. DE SOLUT. DE MNO ₄ K. OU MILLIGR. D'O. ABSORBÉ
Eau très pure	moins de 2	moins 4	moins 0,5
Eau pure	2 à 4	4 - 8	de 0,5 à 1
Eau potable	4 à 12	8 - 24	de 1 à 3
Eau suspecte	plus de 12	plus de 24	plus de 3
Eau à rejeter	plus de 20	plus de 40	plus de 5

ESSAIS PRÉLIMINAIRES D'UNE EAU POTABLE

Doit être limpide, inodore, saveur faible, agréable, fraîche, non putrescible (2 jours à 30°).

NaCl: 100 C³ eau + 111 GrO⁴K² + 1 cc. NO³Ag à 1,45 ;
si reste rouge NaCl < 50 m/gr.

Mat. organiques: 100 C³ eau + 5 C³ solution saturée
CO³NaH + 2,5 C³ MNO⁴K à 0,0395 %. 10 minutes à ébullition si MNO⁴K décolorée, non potable.

H²S: si colorée par acétate Pb ou par nitroprussiate, non potable.

NH³: si coloration jaune par réaction *Nessler*, non potable.

Nitrites: présence non potable.

Nitrates: dosage si N²O³ > 4 m/gr., mauvaise.

Sulfates: par NO³²Ba et NO³H.

Calcium: par oxalate NH⁴ plus ac. acétique.

DOSAGES

MATIERES DISSOUTES par litre et en milligrammes

DÉTERMINATION DU RÉSIDU

RÉSIDU SEC :

(Matières minérales et organiques).

Evaporer un litre d'eau dans une capsule porcelaine, lavée à l'acide sulfurique et à l'eau distillée (évaporer au bain-marie). On place, un peu au-dessus de la capsule, un entonnoir pour empêcher les poussières; cet entonnoir devra être plus large que la capsule pour que l'eau de condensation ne retombe pas dans la capsule.

On achève l'évaporation dans une capsule de platine tarée; le résidu obtenu est desséché à l'étuve à 110° pendant 4 heures. On laisse refroidir dans un dessicateur et on pèse.

Le résidu sec, laissé par une eau potable de bonne qualité, ne doit pas dépasser 0 gr. 50 par litre.

RÉSIDU AU ROUGE :

Porter au rouge faible la capsule précédente, jusqu'à ce que les cendres soient blanches.

Refroidir, peser.

La différence du poids du résidu à 110° et du résidu au rouge donne la perte au rouge qui donne approxima-

tivement des indications sur la proportion de matières organiques contenues dans l'eau à examiner.

Eau très pure, moins de.....	0 gr. 015
Eau potable jusqu'à.....	0 gr. 04
Suspecte, de.....	0 gr. 04 à 0,07
Mauvaise	0 gr. 100

DOSAGES DES MATIÈRES ORGANIQUES

RÉACTIFS NÉCESSAIRES :

a) Eau distillée très pure exempte de mat. organiques et d' NH_4 .

b) SO_4H^2 à 50 % } ac. sulfurique à 66° B.. 500 cc.
eau distillée..... 500 cc.

c) Solution Bicarbonate soude } Bicarbonate soude..... 100 cc.
bonate soude } Eau distillée..... 1000 cc.

d) Solution sulfate-ferreux ammoniacal :

Sulfate fer double fer et ammon.....	10 gr.
SO_4H^2	10 gr.
Eau distillée q. s. q.....	100 cc.

e) Solution titrée de permanganate de K :

MnO_4K	0,395
Eau distillée q. s. p.....	1000 cc.

Pratiquement, on emploie 125 cc. de la solution décimale de MnO_4K à 3 gr. 16 par litre que l'on étend à 1 litre (soit 0,394 MnO_4K).

Un cc. de cette solution correspond à :

- 0 m/gr. 1 d'oxygène et à :
- 0 m/gr. 788 d'acide oxalique.

Mode opératoire : Dans un 1^{er} matras de 300 cc. en verre, verser : 100 cc. de l'eau à analyser,

300 cc. de la solution de bicarbonate de soude, quelques grains de pierre ponce calcinée.

Dans un 2^e matras de 300 cc., verser :

200 cc. de l'eau à analyser,

6 cc. de solution de bicarbonate de soude, quelques grains de pierre ponce calcinée.

Les matras sont mis à bouillir et on fait en sorte que l'ébullition soit menée de la même façon dans chacun d'eux.

A ce moment, sans interrompre l'ébullition, on ajoute dans :

Le 1^{er} : 5 cc. de la solution de MNO^4K ;

Le 2^e : 10 cc. — — — —

L'ébullition est maintenue pendant 10 minutes. Si, dans l'un des ballons, il y avait décoloration totale, on ajouterait une nouvelle quantité de MNO^4K .

Après les 10 minutes, on retire les matras, on les refroidit et lorsque la température est de 10 ou 15°, on ajoute dans :

Le 1^{er} : 5 cc. solution ac. sulfurique,
5 cc. solution sulfate-ferreux.

Le 2^e : 10 cc. solution SO^4H^2 ,
10 cc. solution sulfate-ferreux.

Dans ces conditions, les liquides doivent être absolument incolores ; s'il en était autrement, on ajouterait, dans chaque matras, 5 cc. de sulfate-ferreux.

Avec de l'eau distillée, on amène le volume du 1^{er} liquide au volume du 2^e et, à l'aide d'une burette gra-

duée, on ajoute dans chaque matras de la solution MNO^4K , jusqu'à l'obtention d'une teinte rose faible.

On note la quantité nécessaire pour chacune des deux, la différence volumétrique exprimée en dixièmes de cc. correspond à un nombre égal de centièmes de milligrammes d'oxygène pour 100 cc. de l'eau analysée. On a un nombre égal de dixième de milligrammes pour un litre de la même eau.

Eau très pure.....	0,001
Eau potable.....	0,002
Eau suspecte.....	0,003 — 0,004
Eau mauvaise.....	0,004 par litre.

DOSAGES DES CHLORURES

On utilise, pour cela, une solution de chromate de K et une solution N/10 NO^3Ag .

Mode opératoire : Dans un vase à précipiter, on met 50 c³ de l'eau à analyser, quelques gouttes de solution de chromate K, et l'on fait tomber, goutte à goutte, une solution N/10 de NO^3Ag jusqu'à teinte rose persistante.

Soit n nombre C³ nécessaire, la quantité de chlorure contenue dans l'eau sera donnée par la relation :

$$n \times 20 \times 0,00585 = \text{gr. NaCl.}$$

$$n \times 20 \times 0,01355 = \text{gr. Cl.}$$

SULFATES. — DOSAGE SO^4H^2

On mesure dans un flacon jaugé 500 c³ de l'eau à examiner que l'on évapore au bain-marie, dans un vase à précipitation chaude, jusqu'à ce que le volume soit d'environ 50 cc.

On ajoute 1 c³ HCl et verse avec précaution une solution de chlorure de Baryum renfermant 10 gr. de chlorure pour 100 cc. d'eau distillée, jusqu'à ce qu'une goutte ne détermine plus de précipité (on évitera un trop grand excès de réactif).

On couvre le vase dans lequel se fait la précipitation et on laisse 6 heures à l'étuve à 70°, on filtre ensuite sur une filtre *Berzelius* sans plis. On lave le précipité sur le filtre avec de l'eau distillée jusqu'à ce qu'une goutte d'acide sulfurique ne produise plus de trouble dans les eaux de lavage.

On dessèche le filtre à l'étuve à 100°. On incinère le filtre séparé du précipité dans une petite capsule en porcelaine tarée, on laisse refroidir, puis on ajoute dans la capsule : 10 g. d'acide azotique, 1 gr. SO⁴H². On chauffe doucement pour évaporer les acides, on laisse refroidir et on ajoute le précipité, on calcine au rouge sombre et on laisse refroidir à l'excateur à acide sulfurique. On pèse :

= p : le poids de sulfate de Ba trouvé :

$p \times 0,3429 \times 2 =$ acide sulfurique par 1.000 cc.

ALCALINITE

DOSAGE PAR TOUPLAIN :

Elle se détermine :

1° Directement sur l'eau ;

2° Sur l'eau bouillie.

Réactifs : Solution n/10 SO⁴H².

Solution n/10 NaOH.

Solution alcoolique Phtaléine, phénol.

Dosage : A 100 c³ d'eau, on ajoute 25 c³ de SO^4H^2 n/10, on fait bouillir 10 minutes, on ajoute 3 gouttes de solution de phtaléine et l'on titre l'excès SO^4H^2 à l'aide de NaOH n/10, soit n c³ employés :

La différence, 25 — n, correspond à l'acide n/10 qui a neutralisé l'eau.

Les résultats sont exprimés en c³ n/10 pour un litre d'eau.

La même opération est faite sur l'eau bouillie.

Lois et Décrets
concernant
les Eaux d'Alimentation

NOTES PRISES dans le N° 13

1^{er} Novembre 1924

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DE L'ISÈRE

Recueil des Actes Administratifs

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES RELATIVES
AUX EAUX D'ALIMENTATION

*Approuvées le 2 Juin 1924 par le Conseil Supérieur
d'Hygiène.*

*Circulaire qui modifie celle du 10 Décembre 1900,
complétée le 3 Novembre 1902.*

a) La qualité d'une eau destinée à l'alimentation ne peut être établie par une seule analyse.

Faire 2 prélèvements : à une période sèche et à une période pluvieuse.

Examens physiques : Limpidité, couleur, température, odeur, et lorsque possible, résistivité électrique.

Examens chimiques. — Matières organiques (dosages), ammoniacque et sels (recherche), nitrites (recherche), nitrates (dosages), chlorure (dosage), sulfate (dosage),

alcalinite (dosage), fer (dosage), degré hydrotimétrique total.

Examen bactériologique. — Nombre et spécification des colonies.

b) Surveillance des eaux livrées à la consommation.

Examen physique.

Examen chimique. — Matières organiques (dosage), ammoniacque et sels (recherches), nitrites (recherches), nitrates (dosage), chlorure (dosage), alcalinite (dosage).

Examen bactériologique :

c) *Contrôle* par Inspecteur Départemental des Services d'Hygiène.

ANNEXES AUX INSTRUCTIONS GÉNÉRALES *relatives aux EAUX D'ALIMENTATION.*

INSTRUCTIONS AUX GÉOLOGUES.

BUT DE L'ENQUÊTE HYDROGÉOLOGIQUE :

1° *Origine des eaux :* (Nature des couches que traversent les eaux d'infiltration dans leur parcours souterrain). (Détermination du périmètre d'alimentation). (Expérience de coloration) ;

2° *Etude des contaminations possibles :* (Pertes de rivières, gouffres absorbants où les eaux pourraient disparaître pour réapparaître au lieu de captage, sans épuration suffisante).

Se documenter auprès des Ingénieurs des Ponts et chaussées (service Hydraulique).

Les ouvrages de captage devront être éloignés : des cimetières, établissements insalubres, casernes, hôpitaux,

fermes, lavoirs, usines, abreuvoirs, etc..., placés à l'amont pour que l'infiltration ne soit pas à craindre.

Se méfier des sources qui troublent lorsque la rivière voisine est en crue, lorsque la température subit des maxima et des minima très différents.

Captage. — La source devra être captée dans son gisement géologique, conduite sous les terrains meubles et les éboulis, le plus profond possible.

PÉRIMÈTRE DE PROTECTION

(Résumé)

(*Loi du 15 Février 1902*)

Le Décret déclarant d'utilité publique le captage d'une source déterminera, s'il y a lieu, un périmètre de protection contre la pollution de ladite source (interdit d'épandre sur les terrains compris dans ce périmètre des engrais humains et d'y forer des puits sans autorisation du Préfet).

Le Géologue devra étudier avec grand soin la constitution d'un périmètre de protection ; donner les raisons, lorsqu'il le jugera utile.

En cas de nécessité d'un périmètre, délimiter, avec précision, pour que les surfaces atteintes puissent être bornées ultérieurement.

Plus ou moins étendu, suivant les circonstances, le périmètre pourra comprendre :

a) 1 périmètre immédiat de défense du captage.

b) 1 périmètre général de protection de tout ou partie du bassin d'alimentation.

a) *Le Périmètre immédiat* de défense du captage sera presque toujours indispensable, afin d'éviter l'introduc-

tion, vers cet ouvrage, d'eaux insuffisamment épurées, devra être entouré d'une clôture et rester inculte.

Un secteur de 10 à 250 m. de rayons sera généralement suffisant.

Pour les galeries drainantes, on fixera comme périmètre de protection : une bande de terrain parallèle à l'axe de ces ouvrages (entre 10 et 100 m.).

En plus de l'interdiction de l'épandage d'engrais humains et forage de puits, interdiction de bâtir aux abords immédiats, d'épandre des engrais, de mettre des animaux au pacage.

Le géologue devra être très prudent pour la détermination du périmètre de protection général.

ÉTABLISSEMENT DES PROJETS

QUANTITÉ D'EAU A FOURNIR : Ne doit pas être inférieure à 100 litres par jour et par habitant.

CHOIX DE L'EAU :

- a) Eau météorique.
- b) Eau superficielle.
- c) Eau souterraine.

a) *Eau météorique* : Minéralisation plus faible qui, en passant dans conduite Pb, peut dissoudre ce métal et donner accidents « Saturnisme ».

b) *Eau superficielle* : Lacs, rivières, etc..., sujettes aux contaminations.

c) *Eaux souterraines* :

- 1° Peu profondes ;
 - 2° Profondes.
-

Localités

EAUX POTABLES

VOREPPE

Voreppe est bâti au sommet d'un grand cône de déjection, formé par le torrent de Roize, qui coule sur son arête culminante.

C'est là que l'on rencontre les premiers chaînons des Alpes, composés de roches calcaires compactes qui s'élèvent brusquement au-dessus des plateaux et des collines de Molasse.

Sur la rive droite de Roize, à la Malossane, on exploitait des sables purs blancs ou colorés par un peu d'oxyde de fer, ils étaient utilisés pour la verrerie et la fabrication des briques réfractaires. On trouve ce sable dans les calcaires néoconniens supérieurs. Ces mêmes sables quartzeux se rencontrent sur le chemin de *Proveyzieux*, au col de la Charmette.

Ch. LORY explique l'origine de ces gîtes irréguliers d'oxyde de fer avec beaucoup de probabilité par des sources ferrugineuses qui auraient jailli à travers les dislocations de ces calcaires. La silice à divers état qui accompagne presque toujours ces minerais et qui imprègne aussi les calcaires, doit avoir la même origine.

Sur la rive gauche de Roize, on rencontre la molasse exploitée dans de vastes carrières souterraines, au-des-

sus desquelles des poudingues forment un toit d'une grande épaisseur ; aujourd'hui, on y cultive les champignons.

Les eaux de *Voreppe* sont captées au Nord et au Nord-Est, à 1.200 mètres de l'église, sur la rive gauche de Roize, au bord du chemin de Pommiers. On remarque-là plusieurs sources d'un débit très irrégulier, jamais trouble, ce qui indiquerait une origine profonde.

Il y a quelques années, la municipalité eut quelques déboires avec les eaux : les canalisations avaient été faites en poterie, en certains endroits enfouies d'une façon tout à fait insuffisante et, enfin, une partie de leur trajet passait en-dessous du cimetière, si bien qu'à plusieurs reprises, soit par des canalisations rompues, soit par insuffisance d'imperméabilité, les habitants de Voreppe reçurent des eaux polluées. Actuellement, les canalisations ont été refaites avec des tuyaux de fonte, il n'y a donc plus aucun danger à craindre.

3 sources sont captées, réunies dans une citerne et distribuées dans le village ; les eaux fluent au bord de la Roize, au pied du coteau sur lequel est bâti Racin. Les poudingues miocènes, surmontés, plus haut, par des dépôts glaciaires, constituent la colline ; les eaux circulent dans les poudingues décomposés (sables et galets) et sont retenues par des assises marno-argileuses, miocènes également, presque imperméables. Leur gisement est profond. Sur tout le périmètre d'alimentation, très vaste, ne se rencontre aucune culture, mais seulement des bois et taillis parsemés d'éboulis et de cailloutis provenant du lavage des dépôts glaciaires qui filtrent les eaux d'une façon suffisante.

— Une Analyse a été faite, en 1913, par le Laboratoire Municipal :

Degré hydrotimétrique total.....	18°
— — permanent	5°5
Ammoniaque	néant
Sulfures	»
Nitrites	»
Nitrates	par litre. 0,008
Chlorures	— — 0,076
Matières organiques calculées en O.	
Méthode LÉVY.....	0,0005

Conclusion : Eau potable.

— L'Analyse bactériologique a été faite par M. le Docteur BERLIOZ, en 1917 :

6 Bactéries par cc.
ni bacille tiphyque,
ni coli-bacille,
ni bacille putride.

Conclusion : Eau pure.

LE FONTANIL

A 10 kilomètres de Grenoble, en allant vers Lyon, on traverse la commune du *Fontanil*, là se trouve, à peu de distance, une fontaine intermittente, nommée fontaine de la Lutinière, à 300 mètres à l'Est du village du Fontanil. Pour la visiter, il faut remonter pendant 10 minutes le lit du torrent de droite, après avoir escaladé trois blocs énormes, on se trouve à l'entrée d'une voûte sous laquelle, muni d'une lanterne, on marche pendant un quart

d'heure. On arrive, enfin, vers un puits où se réunissent les eaux qui filtrent à travers les rochers.

Lorsqu'il est rempli, les eaux s'échappent avec fracas par la galerie, avec plus de rapidité qu'elles n'arrivent dans le réservoir souterrain. L'écoulement s'arrête bientôt pour recommencer lorsque le puits s'est de nouveau rempli.

C'est une fontaine Vauclusienne ne donnant de l'eau que par intermittence, lorsque la nappe souterraine qui l'alimente ne trouve plus suffisamment d'écoulement par les fentes des rochers formant la source qui se trouve sous un pont en face de l'église du Fontanil.

C'est par une fissure du rocher dans le calcaire Valauginien que l'on peut *pénétrer jusqu'à la nappe souterraine*.

En 1870, Charles LORY fit deux analyses sommaires d'eaux de sources, réunies par M. FAURE :

N° 1, carbonate de chaux, 0,30 par litre.

N° 2, carbonate de chaux, 0,031 par litre.

l'une et l'autre donnent une faible réaction de sulfate à peu près comme les eaux de Fontaine, de Grenoble.

LA TRONCHE

Sur un large cône de déjection, formé par un ancien torrent, se trouve aux portes de Grenoble la petite ville de La Tronche favorisée d'un climat exceptionnellement doux, qui lui a valu le titre de « Petit Nice ». Cette commune est alimentée en eau potable par les Sources de Fontaine-Gallante et Chantemerle, dont nous avons déjà parlé.

3 analyses faites le même jour, à des points différents, c'est-à-dire à la source, à mi-chemin de la canalisation et à la Fontaine de la Mairie, nous prouvent que des conduites en mauvais état ou mal entretenues peuvent causer des épidémies. La source livrant pourtant une eau pure et d'excellente qualité.

Source de Fontaine Galante

Prélevé le 24 juin 1927, à 8 h. 15, à l'œil de la source.
C'est une eau incolore, inodore, insipide, limpide.

Résultats exprimés en m/gr. par litre.

Matières organiques exprimées en O absorbé.

Liqu. ac.....	1,984
Liqu. alcaline.....	1,488
Nitrites	néant
Nitrates	traces indos
Na Cl	5,325
Sulfates	12,005
Alcalinite totale.....	165,00
Degr. hydrot.	14°
H ² S	néant
Ars. Phosphore	»
Extr. sec.....	210
Ac. comb. (CO ² de l'alcal.).	74,80
Oxyde de fer et Al.....	5,00
Chlorures Cl.....	5,32
Sulfates én SO ³	12
Chaux en Ca O.....	110
Magnésie	traces
Pertes et non dose.....	2,88

Analyse *Bactériologique* :

A 8 h. 1/2, à l'œil de la source.

1° Analyse *Quantitative* :

- a) Nombre de germes par cc./140 g. p. cc.
20 liquéfiantes fluorescents.
14 liquéfiantes.
Eau dite pure.
- b) Moisissure, O.
- c) Anaérobie, O.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie (moins de 50, plus de 20).
- b) Pathogènes, non trouvés.

3° *Conclusion* :

Eau d'assez bonne qualité.

24 Juin 1927, *Fontaine-Gallante*.

Citerne N° 6, à *Bouquéron*.

Analyse faite au Laboratoire Municipal, par M.
ROUILLARD.

T° eau: 10°.

Eau incolore, inodore, insipide et limpide.

Résultats exprimés en m/gr. par litre.

Mat. Org. exprimées { liq. ac... 1,240
en O. absorbé { liq. alcal. 1,736

Nitrites néant

Nitrates..... traces indosables.

NaCl 3,550

Sulfates SO³..... 15,430

Alcalinité totale..... 170,00

Degré hydr. tot.....	14°
H ² S	néant
Extr. sec. 100-110.....	210

Au point de vue chimique, potable, toutefois la comparaison pour cette eau des dosages de mat. organiques, en milieu acide, puis alcalin, pourrait faire craindre une légère pollution d'origine organique. Légère dissolution de sulfates provenant vraisemblablement soit des conduites, soit des matériaux de la citerne.

Analyse *Bactériologique*

Citerne N° 6, 24 Juin 1927, 11 h. 15.

1° Analyse *Quantitative* :

- a) 110 germes par cc.
 - dt. 3 fluorescents liquéf. et
 - 22 autres liquéfiant.
- Eau pure.
- b) Pas de moisissure.
- c) Pas d'anaérobie.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie..... 50 microbes
- b) Pathogènes..... non trouvés.
- Eau dite : passable, à surveiller.

Fontaine-Gallante

Le 24 Juin 1927. Prélevé à la fontaine de la Mairie, à 18 heures.

Eau incolore, inodore, limpide.

Résultats exprimés en m/gr. par litre.

Mat. Org. exprimées en O absorbé.

liq. acide...	1,736
liq. alcaline.	1,364

Nitrites	néant
Nitrates	traces indosables
NaCl	3,55
Sulfates	13,72
Alcalin. tot. en $\text{CO}_3\text{Ca.}$	175
Degr. hydrot. tot.....	14°
H_2S	néant
Ars. phosph.	néant
Extr. sec.....	220

Au point de vue Analyse chimique: potable; l'anomalie constatée pour l'eau prélevée à Bouquéron, au point de vue des dosages des mat. organ., a disparu; ce fait peut s'expliquer soit par une sorte d'épuration mécanique, soit mieux encore par la prolifération dans l'eau prélevée à la Fontaine de la Mairie de bactéries avides de mat. organiques. Ce point sera élucidé par l'analyse bactériologique.

Au point de vue minéral, l'action dissolvante de l'eau se fait particulièrement sentir surtout sur les sels carbonatés d'où augmentation du degré alcalanimétrique et de l'extrait.

Donc, eau potable.

Signé: ROUILLARD.

Analyse Bactériologique

1° Analyse Quantitative:

a) 124 germes par cc.

Aucun fluorescent et

20 liquifiants.

Eau dite pure.

b) Moisissures, 2.

c) Pas d'anaérobie.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie de 100 à 200.
- b) Pathogènes non trouvés.

Eau médiocre ou suspecte à surveiller.

Il est possible que la question canalisation ou citerne en mauvais état, ou que la difficulté de nettoyage en soit la cause.

M. le Docteur MONTCENIX conclut :

La Source de *Fontaine-Gallante* est bactériologiquement suspecte.

De bonne qualité à la captation, elle est passable à surveiller à *Bouquéron* et médiocre ou suspecte à *Mairie* (100 à 200 microbes par cc.).

Elle se contamine donc en cours de route.

L'année suivante, on fit donc procéder à un *examen Bactériologique* de surveillance. Le 22 Juillet 1928, l'eau fut prélevée à la Citerne du *Gorget* N° 8.

1° Analyse *Quantitative* :

- a) Nombre de germes par cc., 20, dont :

- 1 chromogène brun,
- 4 liquéfiant fluorescents,
- 9 liquéfiant.

Eau très pure.

- b) Pas de moisissure.

- c) Pas d'anaérobie.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie moins de 20.
- b) Pathogène non trouvé.

3° *Conclusion* :

Eau de bonne qualité.

Analyse de l'eau de la Source de Chantemerle

T° 12°.

Eau incolore, inodore, insipide, limpide.

Mat. org. exprimées en O absorbé.

	liq. ac...	1,502
	liq. alcal.	1,126
Ammoniaque	traces	
Nitrites	néant	
Nitrates	traces indosables	
Chlorures en Cl.....	5,325	
Sulfates	15,43	
Alcalin ^{te} tot. en CO ³ Ca.	252	
Degr. hydrot.....	14°	
H ² S	néant	
Ars. posph.	néant	
Ext. sec. à 110°.....	300	
Silice SiO ²	10	
Oxyde fer et Alun.....	traces indosables	
Chlorures en NaCl....	8,77	
MgO	1,80	
Chaux totale.....	150	

Au point de vue Analyse chimique: potable.

Analyse Bactériologique

1° Analyse Quantitative:

a) Moins 10 germes par cc., dont:

Aucun chromogène,

Aucun liquéfiant.

Excessivement pure.

b) Moisissures, 2.

c) Anaérobie, néant.

2° Analyse *Qualitative* :

a) Colimétrie moins de 20.

b) Pathogène non trouvé.

3° *Conclusion* :

Eau de bonne qualité.

Nous signalons, en outre, une Analyse par M. CH. LORY, professeur de Géologie :

EAU DE LA SOURCE DALBAN, examinée sur la demande de la Mairie de Grenoble, comparativement avec l'eau de la Fontaine du Lion, quai Perrière :

<i>Source Dalban</i>	<i>Fontaine du Lion</i>
Degrés hydrot. représentant l'ensemble des sels calcaires contenus dans l'eau	28,5
Quantité d'ac. carbonique combiné à l'état de bicarbonate.....	0,21

L'essai par le nitrate de Baryte indique dans l'une comme dans l'autre de petites quantités de sulfates.

Ces 2 eaux se comportent donc de même avec les réactifs, et leur composition est tellement identique qu'il est à supposer qu'elles proviennent d'une même nappe.

LE SAPPEY

Situé à 1.000 mètres d'altitude, à 12 kilomètres de Grenoble, sur la route de la Chartreuse, au pied de Chamechaude, le point culminant du massif.

On y rencontre une trentaine de sources disséminées sur toute l'étendue de la commune. Elles alimentent en eau potable les divers hameaux du Sappey qui sont assez écartés les uns des autres.

Ces sources naissent soit dans les forêts sur le flanc Sud et Est de la montagne de Chamechaude et sur le flanc Nord et Ouest de l'arête rocheuse du Saint-Eynard, soit dans les prairies situées au pied de ces massifs montagneux. Le débit n'est pas régulier ; important en automne et au printemps, le débit est faible en été et en hiver. En période de pluies ou de fonte des neiges, l'eau des sources trouble rapidement.

En résumé, actuellement, l'alimentation en eau potable du Sappey est défectueuse, parce que les captages ont été faits par des particuliers, dans des conditions mauvaises et surtout d'une façon trop superficielle.

Il existe un projet de captage de la source *Collon*, située à environ 2 kilomètres de l'Eglise. Un rapport géologique a été fait le 23 avril 1928 par M. Henri TERMIER, collaborateur au Service de la carte géologique de France.

Cette source jaillit sur le flanc gauche d'un ravin dans la partie inférieure de la forêt de Chamechaude. L'eau sort des calcaires marneux du vallanginien, elle

circule sous les éboulis qui supportent la terre végétale et les taillis et dans la masse même des calcaires marneux.

Le périmètre d'alimentation est considérable, il n'y a donc pas de crainte de voir tarir la source. La filtration est suffisante, surtout parce qu'on ne rencontre aucune habitation dans le périmètre d'alimentation, mais seulement la forêt (pas de culture ni de pâturages); le débit de cette source est assez faible: 75 litres à la minute, aussi doit-on rechercher d'autres sources.

MEYLAN

Situé à 6 kilomètres de Grenoble, sur l'ancienne route de Chambéry, est alimenté en eau potable par les mêmes eaux que Corenc et La Tronche.

Cependant, pour un projet de captation qui remonte en 1870, la Municipalité avait fait examiner 6 sources différentes :

- N^{os} 1. Eau de la commune prise au Cézerin.
2. Fontaine de M. BOIS.
3. 1^o Citerne de M. BOIS.
4. 2^o Citerne de M. BOIS.
5. Eau de M. RONZIER.
6. Eau de MM. PAGÈS et Roger DELOCHE.

L'eau n^o 5 est la meilleure, puis vient l'eau n^o 6.

Les eaux n^{os} 2, 3, 4, sont à la limite des eaux incrustantes.

L'eau n^o 1 est incrustante et doit être écartée.

Sources N^{os}

1 2 3 4 5 6

Chlorures	1	traces	traces	tr. léger	0	tr. minime
Sulfates	t. peu	peu	peu	peu	t. peu	tr. peu
Carb. Ca.	0.307	0.254	0,256	0.255	0.205	0.238
Degré hydrot.	30°7	30	29	28°5	19	23°7
Mat. organ.	traces	t. faible	0	0	0	t. faible

Une autre source, celle de M. FIERCK, avait été soumise à l'analyse :

Carbonate de chaux....	0,28
Sulfate de chaux.....	0,09
Sulfate magnésie.....	traces minimales

Elle décompose par litre 3 gr. 50, c'est une eau tufuse très médiocre comme eau potable et domestique.

BERNIN

A 14 kilomètres de Grenoble, sur la route Nationale qui mène à Chambéry, on traverse *Bernin*, au pied de la belle cascade de *Craponaz* qui tombe de Saint-Pancrasse. Des cas de typhoïdes furent signalés dans cette commune, il y a quelques années ; on n'en sera peu surpris si l'on sait qu'à ce moment-là, l'alimentation en eau potable était assurée par des puits peu profonds, souvent situés au voisinage d'écuries ou de fosses à purin.

Depuis, la commune a capté une source qui jaillit sur le plateau de Saint-Pancrasse au lieu dit « Mas d'Aigubelle », un peu en amont de la grange Amblard et sur le bord du sentier qui conduit du Guâ au pied du Col du Coq. Le débit de cette source qui, en basses eaux, est de 400 litres à la minute environ, varie peu en temps de sécheresse ; de saveur agréable, l'eau est toujours fraîche, ne se troublant jamais après les pluies.

Dans son rapport géologique, M. BLANCHET nous fait connaître la provenance de ces eaux ; elles proviennent de l'important niveau aquifère créé par la présence des marnes valanginiennes qui se sont si développées sur tout le plateau des Petites-Roches et généralement recouver-

tes d'éboulis ou de terrains glaciaires perméables. Il a été nécessaire d'établir un périmètre de protection à 80 mètres en amont et de chaque côté, et de 15 mètres à l'aval, où le fumage des terres, l'épandage, l'établissement d'écuries ou d'habitations sont interdits pour cause d'utilité publique. Le déboisement y est aussi interdit.

A 50 mètres au-dessous de cette source, il en existe une autre, très abondante, ayant à peu près le même débit et jaillissant au milieu de la forêt. Son origine géologique est la même que la précédente.

Les analyses de ces deux sources ont été faites par M. ABONNENC, agrégé de l'Université :

N° 1. — C'est une eau limpide, sans odeur, de saveur agréable.

Degré hydrotimétrique total.....	14°
— — permanent	4°5
Extraits sec.....	185 m/m par litre
Résidu après calcination.....	147
Perte au rouge.....	38
Degré alcalimétrique en CO_3Ca	121
Chaux en CaO (moins celle du carbonate)..	6
Magnésie (en MgO).....	3
Sulfates (en SO_3).....	16
Chlorures (en NaCl).....	8
Hydrogène sulfuré.....	néant
Nitrite	»
Ammoniaque	»
Gaz carbonique.....	6
Oxgène (en milieu acide).....	0,7
Oxygène (en milieu alcalin).....	0,8
Nitrates	1,3

Eau de bonne numéralisation, peu chargée de substances organiques: Potable.

N° 11. — Eau limpide, sans odeur, saveur agréable:

Degré hydrotimétrique total.....	15°
— — permanent	4°5
Extrait sec.....	192 m/gr. par litre
Résidu après calcination.....	158
Perte au rouge.....	34
Degré alcalimétrique en CO_3Ca	127
Chaux en CaO (moins celle du carbonate)..<	6
Magnésie (en MgO).....	3
Sulfate (en SO_3).....	17
Chlorures (en NaCl).....	8
H_2S	néant
Nitrites	»
Ammoniaque	»
Acide carbonique.....	6
Oxygène (milieu acide).....	1
Oxygène (milieu alcalin).....	1,2
Azotates en AzO_3H	1,3

Le Docteur PERRIN fit l'analyse bactériologique:

N° 1. — a) *Quantitative*:

a) 14 germes par cm^3 , dont:

2 Chromogènes,

2 Liquéfiants.

Eau très pure.

b) 2 moisissures par cm^3 .

c) Non trouvé d'anaérobies.

b) *Qualitative :*

- a) Moins de 10 microbes dits de Contamination.
- b) Pathogènes (non trouvés).

c) *Conclusion :*

Eau de très bonne qualité.

N° 2. — a) *Quantitative :*

- a) 114 germes par cm³, dont :

6 Chromogènes,
48 Liquéfiantes.

Eau pure.

- b) Pas trouvé moisissures.
- c) Pas trouvé anaérobies.

b) *Qualitative :*

- a) Moins de 20 microbes dits de contamination.
- b) Pathogènes (non trouvés).

c) *Conclusion :*

Eau de bonne qualité.

SAINT-PANCRASSE

A 1.000 mètres d'altitude, sur le plateau des Petites-Roches, au pied de la Dent de Crolles, se trouve le village de Saint-Pancrasse; deux sources alimentent en eau potable cette commune: celle dite « *Fontaine de Basbellon* » qui jaillit du pied de la Dent de Crolles et qui est l'origine du ruisseau de Combe-Mure, et celle, peu abondante, qui sourd au lieu dit « *Fontaine Froide* », à 200 mètres environ à l'amont du village.

1° FONTAINE DE BASBELLON. — La source est située presque au pied des abrupts inférieurs de la Dent de Crolles ; elle est abondante : 78 litres à la minute, fraîche, claire et de débit sensiblement constant, même pendant l'été. Son origine, très facile à comprendre, a été expliquée dans un rapport géologique par M. MORET :

Comme toutes les sources de talus de St-Pancrasse-St-Bernard, elle jaillit au niveau des marnes imperméables qui forment le talus, le socle de la chaîne de la Dent de Crolles, laquelle, formée de calcaires compacts mais fissurés, constitue un véritable château d'eau dont on comprendra le rôle par le schéma ci-après.

La filtration des eaux n'est pas parfaite, mais, comme il n'y a ni au voisinage, ni sur le plateau de la Dent de Crolles, de causes permanentes de contamination, telles que : étables, chalets, etc...

2° SOURCE DE FONTAINE FROIDE. — L'existence de la source de *Basbellon*, ainsi que d'autres sources qui s'échelonnent le long du talus jusqu'au delà de St-Bernard et toujours à la même altitude, indique la présence d'un niveau d'eau constant, qui marque la surface d'affleurement des marnes.

Ces eaux suintent donc le long de la surface d'affleurement (elles ne donnent de véritables sources que lorsque certaines conditions sont réalisées) et coulent à la surface des marnes ou sur les argiles glaciaires et sous les éboulis qui recouvrent une bonne partie de ce versant.

Elle peuvent donc se réunir pour constituer aux points où les éboulis cessent, de nouvelles sources. Et, effectivement, on constate au niveau du Plateau de St-Pancrasse-St-Bernard, mais à une altitude par conséquent

plus réduite que pour le niveau de sources précédent un autre niveau.

L'eau coule sur l'argile glaciaire et sous les éboulis et la terre végétale. Il n'existe pas de causes de pollution vers l'Amont (sauf une grange abandonnée) pouvant donner lieu à des infiltrations qui, au travers des éboulis, viendraient souiller les eaux. On a donc établi un périmètre de protection de 50 mètres de côté.

M. le Professeur ABONNENC fit l'analyse, en 1927, de la source de *Basbellon* :

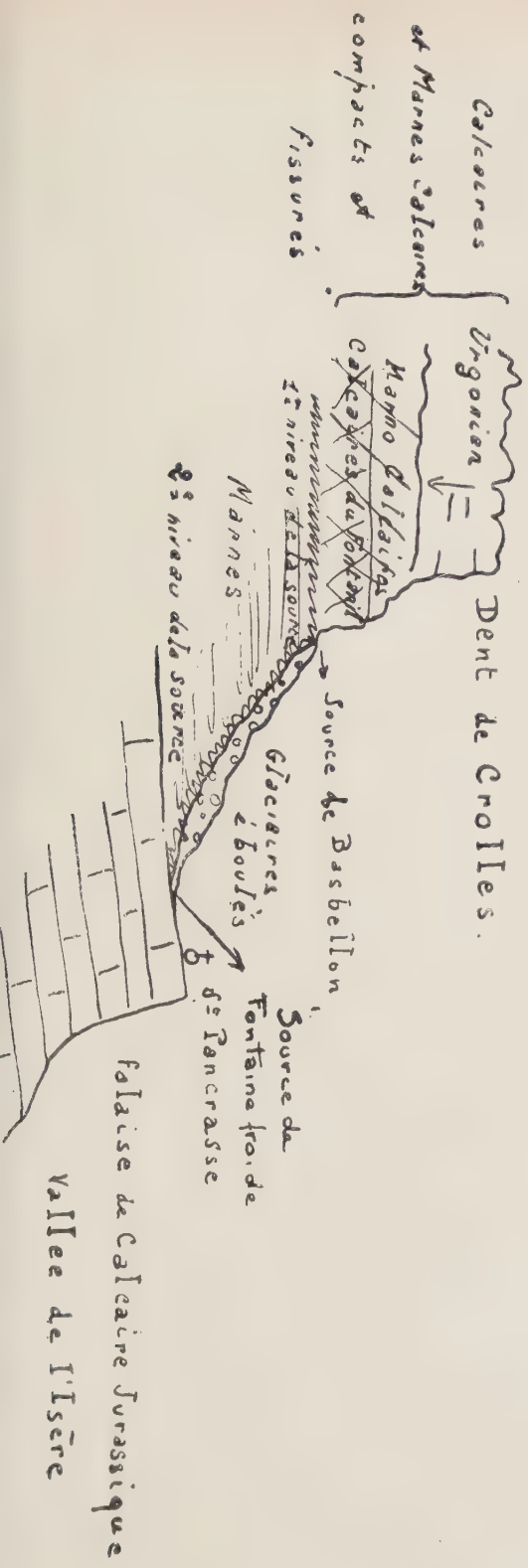
Eau limpide, sans odeur, de saveur agréable.

Résultats en m/gr. et par litre.

Degré hydrotimétrique total.....	17,5
— — permanent	6
Extrait sec..... m/gr. par litre.	225
Résidu après calcination.....	197
Perte au rouge.....	28
Degré alcalimétrique en CO^3Ca	135
Chaux en CaO (moins celle du carbon ^{te})	10
Magnésie en MgO	4
Sulfates en SO^3	26
Chlorures en NaCl	8
Hydrogène sulfuré.....	néant
Nitrites	»
Ammoniaque	»
Gaz carbonique.....	7
Oxygène consommé en milieu acide...	0,9
— — — alcalin..	1
Azotates en NO^3H	0,9

Eau de bonne minéralisation.

S^e Pancrassé



Le Docteur PERRIN en fit l'Analyse bactériologique :

1° Analyse *Quantitative* :

a) 18 germes par cc., dont :

2 chromogènes,

7 liquéfiant.

b) Pas de moisissure,

c) Pas d'anaérobie.

Eau dite très pure.

2° Analyse *Qualitative* :

a) Colimétrie : moins de 10 microbes dits de contamination.

b) Pathogènes, non trouvés.

3° *Conclusion* :

Eau de très bonne qualité.

Analyse de la Source de *Fontaine Froide* : eau limpide, sans odeur, de saveur agréable.

Degré hydrotimétrique total.....	16,5
— — permanent	4,5
Extrait sec..... m/gr. par litre.	215
Résidu après calcination.....	190
Perte au rouge.....	25
Degré alcalimétrique en CO^3Ca	144
Chaux en CaO (moins celle du carbon ^{te}).	6
Magnésie en MgO.....	4
Sulfates en SO^3	20
Chlorures en NaCl.....	7
Hydrogène sulfuré.....	néant
Nitrites	»
Ammoniaque	»

Gaz carbonique.....	5
Oxygène en milieu acide.....	0,8
— — alcalin	0,9
Nitrates en AzO^3H	0,9

Eau bien minéralisée, peu chargée en substances organiques.

— Au point de vue *Bactériologique* :

1° Analyse *Quantitative* :

- a) Moins de 10 germes par cc., dont :
 - o chromogène,
 - o liquéfiant.
 - b) moisissures : 2.
 - c) Pas d'anaérobie.
- Eau excessivement pure.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie, moins de 20 microbes dits de contamination.
- b) Pas de pathogène.

3° *Conclusion* :

Eau de bonne qualité.

PLATEAU DES PETITES ROCHES

La vallée de l'Isère, en amont de Grenoble, est dominée au Nord-Ouest par le haut rempart du Massif de la Chartreuse, dont la ligne de crête culmine à une altitude voisine de 2.000 mètres. Cette gigantesque falaise est interrompue à mi-hauteur par un palier relativement long et étroit. C'est le plateau dit « des Petites-Roches » sur

lequel se trouvent les 3 villages: St-Pancrasse, St-Hilaire, St-Bernard, à une altitude moyenne de 1.000 m.

M. GIGNOUX, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, nous a, dans un remarquable rapport géologique, fait connaître la topographie et les terrains de ce plateau.

La partie plane de ce plateau est occupée par des prairies et des cultures; sur les premières pentes on rencontre quelques bosquets de sapin. Ces derniers deviennent de plus en plus denses au fur et à mesure que l'on s'approche de la falaise, c'est à la lisière de cette remarquable forêt que s'édifient les Sanatoria.

La structure de la région est fort simple. Les parties abruptes sont constituées par des calcaires jurassiques supérieurs pour l'abrupt supportant le plateau. Crétacés inférieurs (Urgoniens) pour la Falaise de la Dent de Crolles. Les zones en pente douce sont formées par des marnes ou des marnes calcaires plus ou moins recouvertes d'éboulis.

Le versant qui domine au Nord-Ouest le plateau des Petites-Roches est constitué par des assises marno-calcaires du terrain crétacé inférieur, supportant des masses importantes d'éboulis dans la partie haute des pentes et des dépôts glaciaires plus ou moins épais dans la partie basse. Dans cette dernière partie, fluent un certain nombre de petites sources plus ou moins constantes.

Dans la région haute sourdent trois sources un peu plus importantes, mais dont le débit ne paraît pas être constant. Leur point d'émergence est masqué par des éboulis considérables descendus de la falaise urgonnaise.

Leur origine est due vraisemblablement à la présence

de bancs argileux imperméables déterminant dans les calcaires valanginiens un niveau aquifère qui s'écoule à travers le talus d'éboulis vers les régions basses des pentes.

Ce sont les sources du Berger, de Pré-Chatain et la Source Noire. Au point de vue de la salubrité, elles se présentent toutes les trois dans de bonnes conditions, car leur parcours intérieur dans les éboulis les garantit relativement contre les pollutions éventuelles, et leur bassin d'alimentation est entièrement compris dans la zone forestière qui occupe les pentes dominant le plateau et qui est dépourvue de toute habitation et de toute culture, ce qui rend les chances de contamination très improbables. Les conditions géologiques de ces sources rappellent vivement celles de la source des Eparres près Chaporeillan, qui a la même origine.

Le peu d'importance de ces sources supérieures n'a rien d'étonnant d'ailleurs. On sait, en effet, que sur ce versant occidental du Grésivaudan, les sources sont relativement peu nombreuses et d'un débit assez pauvre, malgré l'importance du massif de calcaires urgoniens de la Dent de Crolles et du Mont Granier, calcaires parcourus par un réseau de fissures aquifères.

Cela tient à la disposition synclinale (en fond de bateau) de ces assises calcaires et à l'écoulement plus facile qu'offrent au trop plein de la réserve hydrologique les resurgences de Saint-Même et du Trou du Glas situées toutes sur le versant du Guiers.

Les eaux de cette chaîne se trouvent surtout amenées à alimenter les sources des deux Guiers et de leurs affluents et ne s'écoulent qu'exceptionnellement dans la vallée de l'Isère.

Heureusement, il existe à proximité de l'emplacement du futur sanatorium une source exceptionnellement importante dont les eaux pourront être utilisées au moyen d'une machine élévatoire.

Plus bas, en effet, jaillit une source considérable, « Source de Garrins », d'un débit supérieur à 7 litres par seconde. Il semble qu'elle tire son origine des assises du crétacé inférieur, et après avoir cheminé sous les éboulis, elle court à la surface des calcaires très marneux et imperméables de Valanginien inférieur et en-dessous des marnes compactes également imperméables du même étage. Au point de vue salubrité et hygiène, cette source se présente dans des conditions excellentes. Ces eaux sont, en effet, efficacement protégées contre les pollutions de surface par un manteau d'argile. Nous voyons qu'actuellement aucune décision précise n'a encore été prise, et l'on hésite encore pour le choix de la source à capter. Il ne nous a donc pas été possible de faire une analyse.

CROLLES

Crolles est une commune de 1.100 habitants presque tous cultivateurs et propriétaires d'un nombreux bétail. Situé à environ 17 kilomètres de Grenoble, dans la vallée du Grésivaudan, au pied des escarpements du plateau des Petites-Roches.

Cette commune est alimentée par une source qui jaillit à une altitude de 540 mètres environ, au point dit « Le Soleil », à 1.500 mètres environ au nord-ouest de Crolles, sur la rive droite du torrent de Plâtre-Many, d'un

débit constant, environ 200 litres à la minute; ses eaux sont toujours fraîches et ne troublent jamais. M. BLANCHET, collaborateur au service de la carte Géologique de France, en explique les origines de la façon suivante :

Les infiltrations provenant des pluies et de la fonte printannière des neiges dans toute la région du plateau de Saint-Pancrasse pénètrent dans les calcaires titoniques et Kimeridgiens fissurés qui constituent le sol un peu plus en aval, s'enfoncent en profondeur dans les diaclases de ces calcaires et remplissent des cavités et cavernes si fréquentes dans toutes ces roches calcaires. Elles sont arrêtées dans leur mouvement de descente par les couches marno-calcaires et argileuses imperméables du Séquanière (jurassique supérieur) qui, partout, dans ces parages, supportent les bancs de calcaires Kimeridgiens.

Les eaux sont ainsi retenues dans les calcaires Kimeridgiens où elles constituent des réserves dans la cavité de la roche et leur trop-plein s'écoule sous forme de sources lorsqu'un ravin, comme celui de Plâtre-Many, présente, en les entassant, un point bas à leur écoulement.

Il n'a pas été prévu de périmètre de protection, les environs immédiats de la source étant boisé et inhabitable.

Analyse en 1922 :

Eau limpide, transparente, inodore.

Exempte de matières en suspension.

Résidu sec.....	132 m/gr. par litre
Perte de poids du résidu au rouge.....	11,2
Carbonate de chaux.....	109,8
Chaux (moins celle du carbonate).....	14,6
Magnésie	4,2

Acide sulfurique en SO_3Ca	15,1
Chlorures en NaCl	7,6
Acide carbonique.....	9,4
Oxygène (milieu acide).....	1,7
— (milieu alcalin).....	1,7
Ammoniaque	0,07
Nitrites	néant
Degré hydrotimétrique total.....	16°2
— — permanent	2°5

Cette eau a une bonne minéralisation, elle contient peu de matières organiques, peu d'ammoniaque, peu de chlorures, pas de nitrites.

En résumé, c'est une très bonne eau potable.

L'Analyse de la Source du *Soleil* a été faite par le Docteur PERRIN, professeur à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Grenoble :

1° Analyse *Quantitative* :

- a) Nombre de germes par cm^3 : 900,
dont : 140 chromogènes,
100 liquéfiantes.

(La numération est rapportée au 15° jour).

De la numération des germes, il résulte que (si l'on adopte les tableaux de *Miquel*), cette eau se place dans la catégorie de celles dites : Pures.

- b) Nombre de moisissures par cm^3 : 180.
- c) Nombre d'anaérobies par cm^3 : non trouvé.

2° Analyse *Qualitative* :

- a) Colimétrie et recherches des microbes dits de

contamination, moins de 50 microbes de ce genre par litre.

(Résultats obtenus par la méthode des ensemencements en milieu au rouge neutre et en milieu ph.)

b) Espèces à significations spéciales (pathogènes) non trouvés.

Du nombre des bactéries de contamination par litre, il résulte (si l'on admet les données du Professeur VINCENT) que cette eau se place parmi celles dites de : *bonne qualité*.

3° Conclusions :

Cette eau peut être considérée comme bonne, ceci bien entendu pour le moment où la prise a été faite en 1922 (25 Mars).

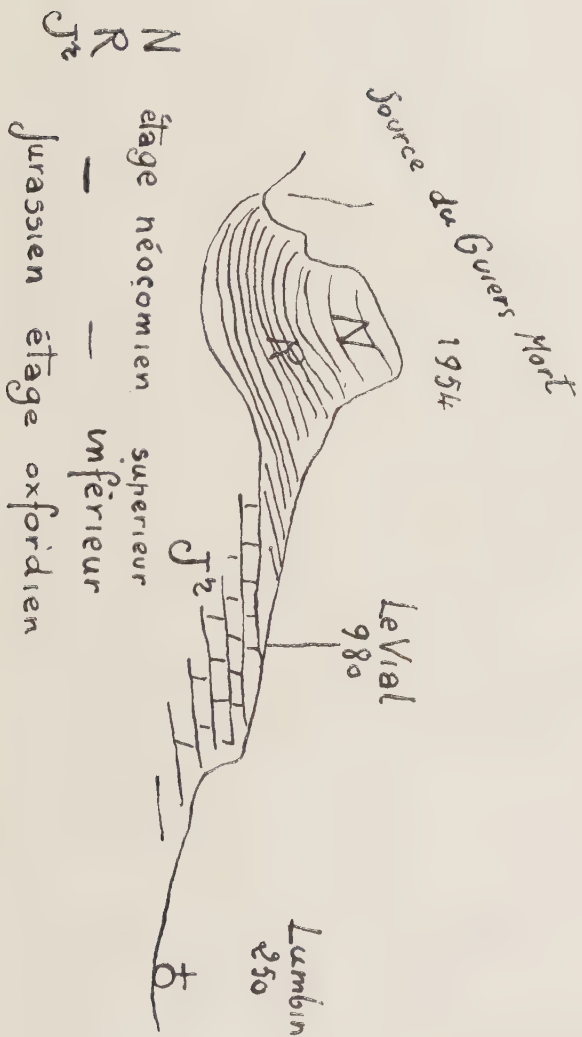
LUMBIN

Lumbin se trouve à 23 kilomètres dans la vallée du Graisivaudan, en amont de Grenoble, sur la rive droite, au pied de la falaise du massif de la Chartreuse. D'après le rapport de M. PIRAUD, sous cette falaise, surmontée du plateau des Petites-Roches, s'étale, sur une longueur de 6 kilomètres, un énorme éboulis qui repose dans sa partie basse, sur les alluvions de l'Isère.

Il se forme une nappe d'eau au contact de l'éboulis et de la roche, par suite de la différence de perméabilité. Dans la vallée se trouvent plusieurs nappes superposées, la moins profonde se trouve à environ 3 mètres.

La source « *Grande Fontaine* » est située dans le village même, elle sourd dans le fond d'un bassin creusé

Lumbin



dans le sol, très abondante, limpide, fraîche, d'un débit constant. Il ne s'agit certainement pas d'une nappe phréatique parce que entre les villages de *Montfort* et du *Carre*, l'un en aval, l'autre en amont de *Lumbin*, se trouvent une série de sources qui jalonnent exactement le contour de l'éboulis, ce qui tend à prouver que ces sources proviennent d'une nappe circulant dans l'éboulis.

Une deuxième preuve appuie cette hypothèse: la route Nationale N° 90 a été, dans la traversée de *Lumbin*, construite assez près du rebord de l'éboulis, or, dans plusieurs maisons, situées en bordure de la route, du côté de la montagne, ont été construits des puits qui vont chercher l'eau sous l'éboulis; cette nappe s'écoule toujours vers la route et se trouve à une profondeur de 3 à 4 mètres, correspondant au niveau où sort la source de la *Grande Fontaine*.

Près de la *Grande Fontaine*, de l'autre côté de la route Nationale, dans la cave de la maison *GAY*, s'écoule une source dont le courant venant du côté de la montagne se dirige dans la direction du point d'émergence de la *Grande Fontaine*. Ces constatations permettent d'affirmer que l'eau provient d'une nappe circulant sous l'éboulis.

L'eau de cette nappe a son origine dans les précipitations atmosphériques tombées sur l'éboulis et qui, après s'être infiltrées, circulent tout d'abord sur la roche et, ensuite, sur les alluvions. Cette nappe présente toutes les garanties au point de vue de l'hygiène, car l'éboulis, d'une très grande épaisseur, est boisé et peu cultivé et aucune habitation d'aucune sorte ne se trouve au-dessous du village de *Lumbin*.

Mais, si au point de vue hygiénique la source de

Grande Fontaine peut donner satisfaction, il ne peut être question de la capter puisqu'elle sourd au milieu du village et un peu en contre-bas, il aurait fallu remonter l'eau avec un moteur électrique.

Etant donné ces circonstances, *Lumbin*, *Crolles* et *La Terrasse* ont fait un projet d'adduction d'eau en cours d'exécution.

La question pour cette commune était urgente, puisque on y avait vu plusieurs cas de typhoïdes.

LA TERRASSE

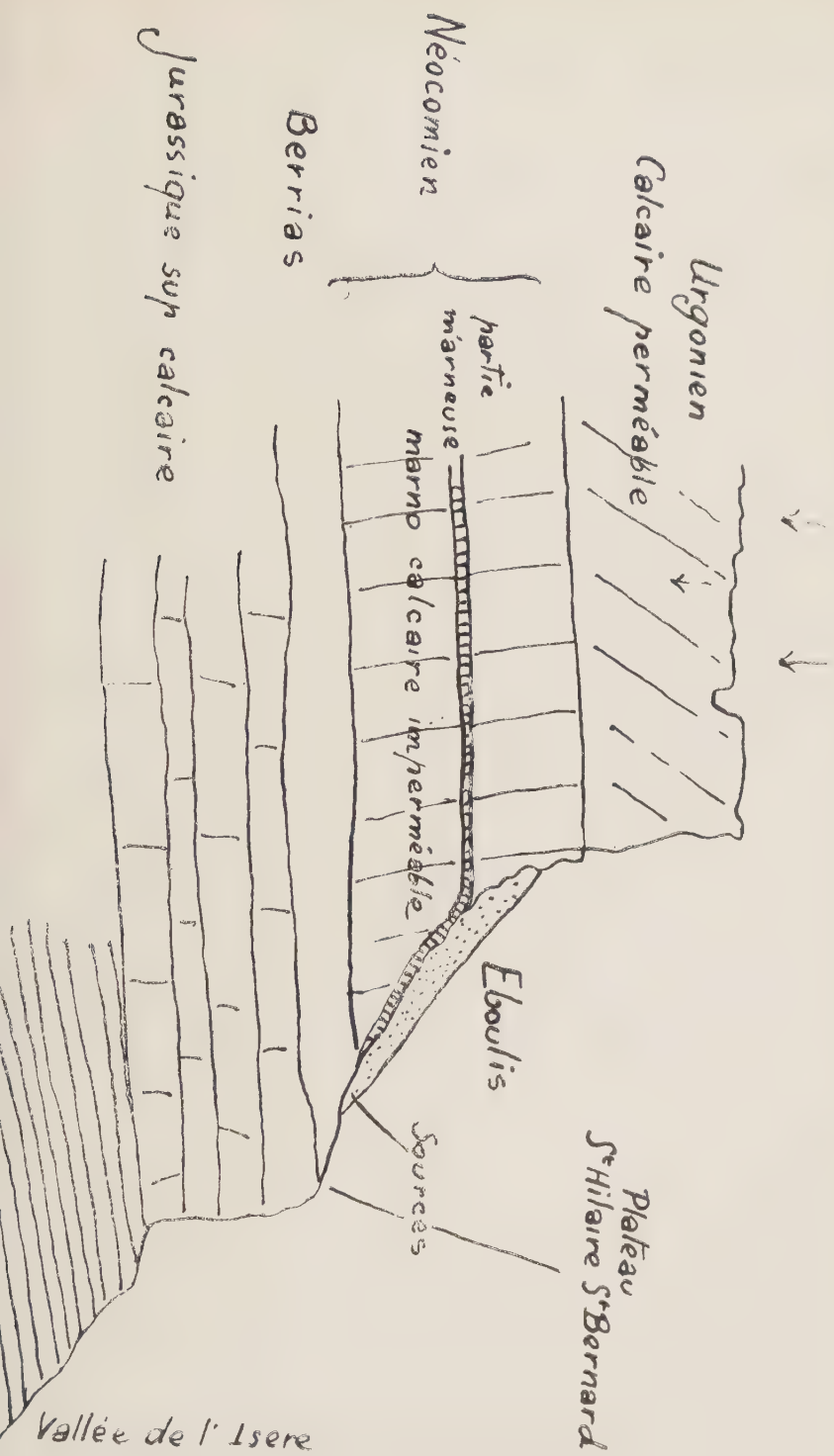
Pour l'alimentation en eau potable, les gens de *La Terrasse* puisent dans le torrent de *La Terrasse*. Mais cette eau est polluée par des ruissellements superficiels; le danger sera plus important dans quelques années, lorsque fonctionneront les sanatoria du Plateau des Petites-Roches.

Un hameau seulement a une source convenable.

Il existe un projet de captation, en cours d'exécution, des sources qui sourdent aux abords du hameau des *Benoits*, commune de Saint-Bernard. Sur tout le flanc oriental de la chaîne Crolles-Granier, se retrouve le niveau aquifère.

Ces sources sont dues aux eaux infiltrées sur le vaste plateau calcaire qui forme la crête de cette chaîne et qui joue le rôle de véritable château d'eau.

Ces eaux descendent par gravité dans la masse des calcaires et ne sont arrêtées, au bas de leur course, que lorsqu'elles rencontrent un terrain marneux imperméable. Or, ceci, dit M. MORET, est précisément réalisé, un



peu au-dessus du hameau des Benoits, dans le talus boisé qui supporte la haute falaise calcaire. Seulement, comme ce talus est recouvert en partie d'argiles morainiques et d'éboulis, les eaux qui circulent sur un certain trajet dans ces terrains meubles qui opèrent une véritable filtration ou entre le socle marno-calcaire et la masse moraine éboulis.

Lorsque, plus bas, certaines conditions sont réalisées, l'eau vient au jour généralement par de multiples sources, c'est ce qui se passe pour les Benoits et leur origine profonde, lointaine (donc non superficielle) est une garantie de pureté, de fraîcheur, d'abondance.

Trois sources sourdent au lieu dit « Le Mas du Fontanil », une 4^e, la source de Chantourne, la plus abondante, 346 litres à la minute, se trouve un peu plus bas, au bord du chemin du Touvet, dans les bois de Pelloux-Prayer.

Toutes ces sources sont situées en contre-bas des Benoits, on pourrait donc se demander si l'on ne doit pas redouter des pollutions, mais en raison de l'épais manteau d'argiles glaciaires remaniées de limon et d'éboulis, la nappe aquifère est suffisamment protégée. Il a été prévu un périmètre de protection de 50 mètres de rayon.

Analyses des sources de Fontanil

Eaux limpides, sans odeur, saveur agréable.

Débit : 7 à 800 litres à la minute.

	SOURCES	
	N° 1	N° 2
Degré hydrotimétrique total.....	19,5	19
— — permanent ..	5	4
Extrait sec.....	218	212
Résidu après calcination.....	198	194
Perte au rouge.....	20	18
Degré alcalimétrique en CO_3Ca	175	172
Chaux en CaO (moins celle du carb ^{te})..	8	7
Magnésie en MgO	5	4
Sulfates en SO_3	8	7
Chlorures en NaCl	10	9
Hydrogène sulfuré.....	néant	néant
Nitrites	»	»
Ammoniaque	traces	f. traces
Gaz carbonique.....	6	5
Oxygène (en milieu acide).....	1,3	1,2
Oxygène (en milieu alcalin).....	1,4	1,1
Azotates	1,2	0,5
BACTÉRIOLOGIE : 1° Analyse Quantitative :		
a) Nombre de germes par cc.,	38	92
dont : chromogènes.....	8	34
liquéfiants	10	16
Eau dite.....	t. pure	t. pure
b) moisissures	0	0
c) Anaérobies	0	0
2° Analyse Qualitative :		
a) Colimétrie	50	50
Eau dite.....	passabl.	passabl.
b) Pathogènes	0	0
3° Conclusion	Assez bon. qualité	

Ces deux sources ont une eau de minéralisation moyenne.

	SOURCES	
	N° 3	Chantourne
Degré hydrotimétrique total.....	19	19
— — permanent ..	4	4
Extrait sec.....	211	215
Résidu après calcination.....	193	196
Perte au rouge.....	18	19
Degré alcalimétrique en CO_3Ca	170	172
Chaux en CaO (moins celle du carb ^{te})..	6	7
Magnésie en MgO	4	4
Sulfates en SO_3	7	8
Chlorures en NaCl	8,5	9
Hydrogène sulfuré.....	néant	néant
Nitrites	»	»
Ammoniaque	»	f. traces
Gaz carbonique.....	5	3
Oxygène (en milieu acide).....	1,2	1,3
Oxygène (en milieu alcalin).....	1,0	1,1
Azotates	0,5	0,6
<i>Bactériologie :</i>	bon. minéral.	
1° Analyse <i>Quantitative :</i>		
a) Nombre de germes par cc.,	58	52
dont : chromogènes.....	8	2
liquéfiants	8	4
Eau dite.....	t. pure	t. pure
b) moisissures	0	0
c) Anaérobies	0	0
2° Analyse <i>Qualitative :</i>		
a) Colimétrie	50	50
b) Pathogènes	passabl.	as. bon.
Eau dite.....	0	0
3° Conclusion	Assez bonne qualité.	

LE TOUVET

Le Touvet est bâti sur le versant Sud-Ouest de l'ancien cône de déjection du torrent de Bresson. A 27 kilomètres de Grenoble, sur la route de Chambéry.

Au Touvet, on rencontre 2 roches bien distinctes : les schistes primaires et les calcaires secondaires. Dans la région du Viviers, on rencontre de puissants cônes de déjection, formés de débris de schistes assez menus et friables et de silex très gros parfois et qui paraissent provenir de la décomposition des calcaires par l'action mécanique et chimique des agents atmosphériques et des eaux de ruissellement.

Dans notre région, on ne rencontre pas de nappe d'eau. Pour qu'une nappe se forme, il faut un sédiment imperméable et un sédiment supérieur, très perméable, permettant une circulation extra-moléculaire rapide des eaux dans sa masse. Au contraire, dans les calcaires et les schistes, les eaux s'infiltrant par les cassures et suivent ensuite les joints de stratification quand ils ne sont pas trop serrés. Lorsque les eaux rencontrent un passage plus faible, elles forment un courant. Plusieurs courants se réunissant donnent naissance à des courants plus importants, on a des sources qui resurgent à la surface du sol lorsque leur canal naturel aboutit à l'extérieur.

Il arrive que les courants principaux soient en communication les uns avec les autres par des fissures secondaires, ce qui explique qu'on puisse assécher une source par le captage d'une autre qui ne lui est pas trop éloignée. Il y a également des disparitions de sources,

parce que les eaux étant mal captées, elles exercent une pression sur un sol peu résistant et assez soluble, qu'elles finissent par percer pour descendre de plusieurs mètres.

Dans les roches, très divisées, comme celles que l'on trouve au Viviers; la répartition est un peu différente; les courants sont plus divisés et se composent d'une série de filets parallèles mais qui sont groupés en des points déterminés, car les eaux circulent facilement dans les dépôts grossiers et sont arrêtées dans leur marche lorsque les sédiments sont serrés et fins. Les eaux ont été captées à 900 mètres de distance et à 100 mètres d'altitude au-dessus du point le plus élevé du village, au Nord du *Touvet*, au-dessus du hameau du *Viviers*.

Les chances de contamination sont à peu près nulles; en effet, la source prend naissance sur des pentes très inclinées, peu boisées et incultes, de plus, la très grande épaisseur d'éboulis pierreux traversée offre des garanties suffisantes de filtrage et assure une pureté parfaite à ces eaux.

Il a été établi un périmètre de protection de 100 mètres de rayon au Sud-Ouest, à l'Ouest et au Nord.

— Une Analyse qui remonte à 1905 a été faite par M. ROUAULT, Professeur d'Agriculture à la Faculté des Sciences :

Degré hydrotimétrique.....	24
Extraits sec 100°.....	376 m/gr. par litre
Extrait au rouge.....	308
Chaux en CaO.....	117,2
Silice en SiO ²	4
Alumine en Al ² O ³	1,2
Potasse KO.....	traces

Magnésie en MgO.....	1,50
Sulfates SO ³	16,2
Chlorures Cl.....	3,86
Matières organiques en Oxygène, solution acide.....	0,48 °
Nitrates	traces
NH ³	0,05

Le Docteur LÉPINE en fit l'Analyse bactériologique ; méthode employée : culture sur plaque gélatineuse exposée à l'étuve 3 jours.

450 colonies par cc.

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusion : Bonne eau potable.

MONTBONNOT

Situé à 8 kilomètres de Grenoble, sur la route de Grenoble à Chambéry. Le village et le territoire au-dessus appartiennent à un ancien cône torrentiel qui part du pied du Saint-Eynard, au-dessus du hameau des Plantées « *La Repentie* ». Il est constitué par des couches de graviers et cailloux calcaires (du jurassique supérieur), unis par une terre plus ou moins calcaire ou argileuse ; de temps en temps s'intercale un lit argilo-marneux.

Les eaux provenant de la montagne s'infiltrant dans les graviers, aussi le cône est assez riche en eaux souterraines, on y a capté, notamment, celles qui alimentent les anciennes fontaines de *Montbonnot* et celles, plus récentes, de *Biviers*.

Cette eau, d'après les renseignements fournis, est

restée abondante pendant toute la durée de la sécheresse de l'été dernier et on ne l'a jamais vu se troubler, ce qui arrive, paraît-il, à d'autres sources de ce même cône.

Ces caractères indiquent un bassin d'alimentation étendu et un écoulement souterrain fort lent. Ces eaux doivent venir du pied de la chaîne du Saint-Eynard et avoir, depuis là, circulé à l'intérieur du cône. Comme le versant de la montagne n'a de cultures que tout à la base et est boisé en grande partie, les probabilités sont, pour que ces eaux s'infiltrant sans être contaminées, mais la surface du cône cultivée est soumise à l'épandage. La surface du cône a donc grande chance de recevoir parfois des eaux contaminées, dès lors, la sécurité de la source dépend directement du pouvoir épurant (destruction des bactéries) que possèdent les couches du cône.

Et il est malheureusement certain que l'efficacité de la filtration est beaucoup moindre dans les cailloux calcaires terreux (cas actuel) que dans les sables siliceux. Il sera donc prudent, pour utiliser cette source, de la protéger (conformément à l'Article 10 de la Loi du 15 Février 1902) par un périmètre où il sera interdit de pratiquer ni épandage, ni fumure et il serait même préférable de le planter d'arbres.

— L'Analyse de cette source a été faite le 5 décembre 1904, au Laboratoire Agricole de Grenoble, par M. ROUAULT :

Degré hydrotimétrique.....	25°
Extrait à 110°.....	338 m/m
Extrait au rouge.....	322

Silicie en SiO^2	2,8
Alumine en Al^2O^3	2,4
Chaux en CaO	136,4
Magnésie en MgO	2,6
K en KO	3,9
Sulfates SO^3	36,55
Chlorures Cl	1,88
Ammoniaque par distillation	
250 cc.....	traces à peine sensibles.
Matières organiques en O (sol. acide).	0,8
Nitrates par sulfophénol en AzO^5	0,79
Eau limpide, potable.	

L'Analyse bactériologique a été faite par Louis LÉPINE, chef de travaux et chargé de bactériologie à l'Ecole de Médecine et Pharmacie de Grenoble.

Méthode employée: culture sur plaques de gélatine.

Exposition: 5 jours.

Nombre de colonies de 320 à 330.

Pas de bactéries pathogènes.

Par conséquent, ces eaux peuvent être considérées, au point de vue bactériologique, comme de très bonnes eaux potables.

Ste-MARIE-D'ALLOIX

Sainte-Marie-d'Alloix se trouve à 2 kilomètres en amont du *Touvet*, sur la rive droite de l'Isère, au pied du massif de la Chartreuse.

Le village se compose de 2 hameaux: « Ste-Marie-d'Alloix » et « Le Bourgeat » construit sur le cône de

déjection du ruisseau qui descend de Ste-Marie-du-Mont. Ces 2 hameaux sont dominés par une colline constituée par des dépôts glaciaires.

Au point de vue hydrologie, la commune se trouve dans des conditions défavorables, car le dépôt glaciaire ne recèle aucune nappe d'eau, soit parce que ce dépôt n'est pas assez important, soit parce qu'il ne contient pas de lits argileux à un niveau supérieur à celui des villages. Seules, les alluvions de l'Isère, qui présentent des lits successifs de graviers et d'argile, recèlent des nappes importantes, mais ces nappes sont situées dans le sous-sol, ce qui présente des difficultés pour la distribution des eaux. La nappe est atteinte par un puits de 7 mètres. Un moment, on avait songé à puiser l'eau électriquement et à l'aide d'une pompe la refouler dans une citerne que l'on aurait placée sur la hauteur.

La nappe d'eau dont il s'agit, ne doit avoir aucune relation avec les nappes phréatiques qui se trouvent en sous-sol dans toute la vallée de l'Isère, à des niveaux plus bas que celui de la rivière elle-même. Il est probable que cette nappe se forme au contact du glaciaire et s'infiltre ensuite dans les alluvions de la plaine.

En raison des difficultés de distribution, la commune changea de projets et prit les mêmes eaux que St-Vincent-de-Mercuze.

St-VINCENT-DE-MERCUZE

Situé au Nord-Ouest de Sainte-Marie-d'Alloix, est alimenté par 2 sources situées sur le plateau oriental de la chaîne de l'Alpette, à une altitude assez élevée,

au-dessus du plateau jurassique de Ste-Marie-du-Mont. Ces 2 sources ont même origine :

Les eaux, nous dit M. MORET, infiltrées par les hauts plateaux calcaires fissurés (urgonien et néocomien supérieur) qui forment la falaise de l'Alpette, sont arrêtées au bas de leur course par les marnes néocomiennes ; elles arrivent alors à la surface du talus des marnes recouvertes d'éboulis, sur lesquelles elles circulent, au-dessous des éboulis, puis arrivent au jour lorsque les conditions sont favorables. La filtration produite par l'épaisse couche d'éboulis peut être considérée comme suffisante.

A 140 mètres de la route de Bellechambre, à Sainte-Marie-du-Mont, se trouve la source de *Boutière*, fraîche, agréable, abondante, d'un débit constant ; cette source possède donc tous les caractères des eaux provenant de loin.

A une altitude supérieure à 900 mètres, en contre-bas d'une route forestière et d'un petit champ, très en pente et inculte, se trouve la source de *Fontaine Froide* ; elle sort d'une excavation pratiquée dans le sol, immédiatement au-dessous de la terre végétale. Il est donc certain, d'après les indications de M. MORET, qu'elle circule à l'état de torrent souterrain, sur un trajet assez long.

Pour éviter les infiltrations pouvant provenir de la route, on a fait la captation en-dessus de la route.

Cette source ne tarit jamais ; elle a un débit considérable de 600 litres à la minute, sa température est constante. Il n'a pas été jugé utile d'établir un périmètre de protection.

— A l'Analyse, source de *Fontaine Froide*: eau limpide, sans odeur, de saveur agréable.

Résultats en m/gr. et par litre

Degré hydrotimétrique total.....	14°
— — permanent	5°
Extrait sec.....	158
Après calcination.....	143
Perte au rouge.....	15
Degré alcalimétrique en CO_3Ca	130
CaO (moins carbonates).....	7
Mgo	5
Sulfate en SO_3	12
NaCl	10,5
H ² S	néant
Gaz carbonique	7
Nitrites	néant
NH ³	»
Nitrates	0,2

— Au point de vue *Bactériologique*:

1° Analyse *Quantitative*:

a) 40 germes par cc., dont:

1 chromogène brun,

4 liquéfiant.

C'est donc une eau très pure.

b) Pas de moisissure.

c) Pas d'anaérobie.

2° Analyse *Qualitative*:

a) Colimétrie: de 20 à 50 microbes dits de contamination, par litre.

b) Pas d'espèces à significations spéciales.

Par conséquent, c'est une eau d'assez bonne qualité.

— L'Analyse de la source de *Boutière* a donné :

Degré hydrotimétrique total.....	12,5
— — permanent	4
Extrait sec.....	143
— — après calcination.....	130
Perte au rouge.....	13
Degré alcalimétrique en CO^3Ca	113
CaO (moins carbonates).....	6
Magnésie en MgO	4
Sulfates en SO^3	10
NaCl	10,5
Hydrogène sulfuré.....	néant
Nitrites	néant
Ammoniaque	traces
Gaz carbonique.....	7
Nitrates	0,2

— Au point de vue *Bactériologique* :

1° Analyse *Quantitative* :

a) Moins de 10 germes par cc., dont :

Aucun chromogène.

Aucun liquéfiant.

Cette eau se place parmi celles dites « Excessivement pures ».

b) 2 moisissures.

b) Pas d'anaérobie.

2° Analyse *Qualitative*. — Colimétrie :

- a) Moins de 20 microbes dits de contamination, par litre.
- b) Pas d'espèces à significations spéciales.

Eau de bonne qualité.

LA FLACHÈRE

La Flachère est située sur le versant Ouest de la vallée du Grésivaudan, au pied des escarpements calcaires qui supportent le plateau des Petites-Roches, premier contrefort du massif de la Chartreuse. Cet escarpement se présente sous la forme d'une haute falaise dont la pente devient de plus en plus raide à mesure qu'on s'avance vers les parties supérieures.

Au sommet, les assises calcaires massives du Tithonique et du Kimeridgien forment un à-pic, en-dessous les marno-calcaires du séquanien donnent des pentes plus adoucies, puis dans la région, des sources affleurent des alternances de bancs calcaires et de bancs marneux, enfin, plus bas, à la hauteur du village se trouveraient les marnes de l'oxfordien et du callovien.

D'ailleurs, dans les parties où la pente est moins raide, le sol est, en général, recouvert par des formations de transports superficielles ; ce sont des éboulis ou des dépôts glaciaires, ces derniers jouant un rôle important dans l'hydrologie de la région. On peut ainsi distinguer, dans la région de *La Flachère*, trois formations glaciaires successives d'âge d'autant plus récent qu'elles sont plus basses et recouvrent trois replats successifs étagés sur les plaines de la montagne.

Les dépôts glaciaires, les plus anciens, se rencontrent sur le plateau des Petites-Roches, entre le village de Saint-Georges et de Sainte-Marie-du-Mont (peut être wurmien); les plus récents recouvrent le petit plateau sur lequel est bâti le village de La Flachère et qui se prolonge vers Barraux. Enfin, entre ces deux plateaux, de petits replats accolés contre le flanc de la montagne sont formés par des dépôts glaciaires d'âge intermédiaire entre les 2 précédents; ces derniers dépôts jouent un rôle très grand, comme nous le verrons dans la formation des sources que nous avons à examiner.

A 50 mètres environ au-dessus du pont par lequel le chemin de Saint-Georges franchit le ruisseau de Boissieu, et sur la rive gauche de ce ruisseau, se trouve la source des *Trépassés*; on y parvient par une galerie d'une dizaine de mètres, creusée dans des dépôts glaciaires appartenant au niveau intermédiaire dont nous avons parlé plus haut.

Ce sont des argiles et des graviers contenant des blocs d'origine alpine, ainsi que de gros quartiers de roches jurassiques éboulés de la falaise de Saint-Georges; la formation de cette source peut donc se comprendre de la manière suivante:

Les eaux de pluie tombées sur les parties hautes de la falaise ruissellent à sa surface où circulent dans les fentes des calcaires tithoniques à mesure qu'elles descendent, elles rencontrent des couches de plus en plus imperméables et se rapprochent ainsi de la surface, mais les formations glaciaires sont, dans l'ensemble, perméables à cause des couches de graviers qu'elles renferment; les eaux souterraines coulent donc près du contact de ces

La Flachère

Plateau de S^t Georges

deposits glaciaires anciens

Calcaire
marneux, ou marne
du cretace inferieur

Calcaire compact
du tithonique

Marnes

de Nequarian

depot Glaciaire
intermediaire

Sources

La Flachère

depot glaciaire
recent.

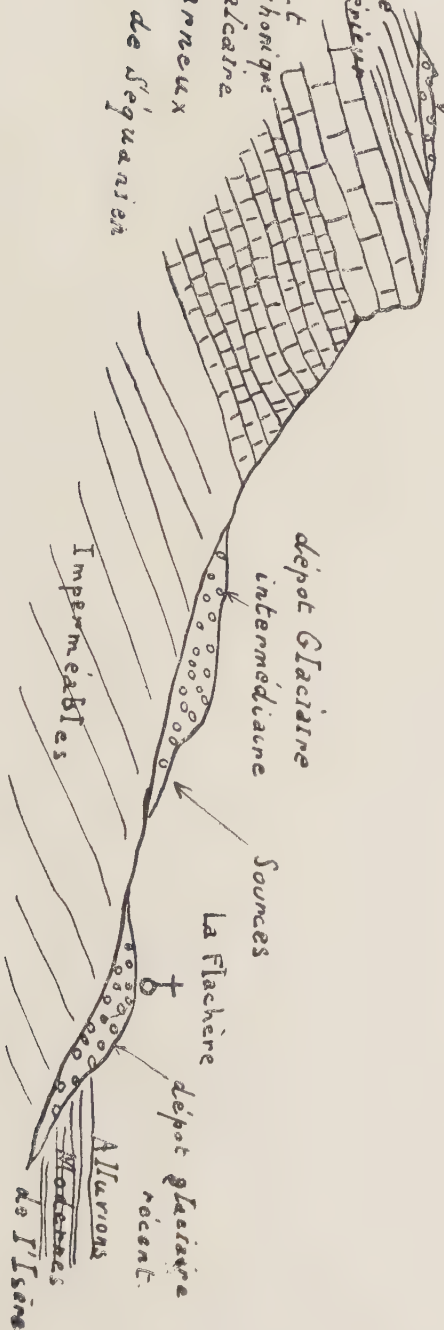
Alluvions

Modestes

de l'Isère

Marnes noires

de l'Oxfordien



formations glaciaires et des marno-calcaires, imperméables lorsque ces derniers ressortent à la surface, les eaux ressortent en même temps et viennent former la source en question.

Les eaux sont donc très bien filtrées par leur circulation en profondeur dans les graviers des dépôts glaciaires. Il n'y a, d'ailleurs, au voisinage de la source, aucune cause de contamination, car les pentes qui la dominent sont recouvertes de bois taillés.

Sur la rive droite du ruisseau de Boissieu, en face de la source des *Trépassés*, se trouve la source de *Boissieu* : Ici, le sol est formé par des dépôts glaciaires plus ou moins mélangés d'éboulis. Ce sont encore des terrains qui filtrent très bien les eaux ; là aussi, il n'y a pas de contamination possible, les alentours de la source étant boisés.

Une Analyse a été faite par le Laboratoire Municipal, en 1913 :

Degré hydrotimétrique total.....	24°
— — permanent	8°
Ammoniaque	néant
Sulfures	»
Nitrites	»
Nitrates	traces
Chlorures	5 m/gr. 26 par litre
Sulfates	traces

Matières organiques :

Calculés en oxygène..... 0 m/gr. 25 par litre
(Méthode A. LÉVY).

M. le Docteur BERLIOZ fit l'analyse bactériologique :

Nombre de germes : 350 bactéries par cm³, ni bacille typhique, ni colibacille, ni bactérie putride.

LA BUISSIÈRE

La Buissière, située à 8 kilomètres de Chapareillan, sur la vieille route, est composée de deux agglomérations à peu de distance l'une de l'autre : la ville et les granges bâties au pied d'une barre (marnes et marno-calcaires) imperméable, appartenant au bas du jurassique supérieur.

On a capté des sources qui sourdent à droite et à gauche en remontant le ruisseau de Boissieu.

N° 1. — Source de *Revol* : cette source jaillit sur la rive gauche au milieu des vignes, elle a été captée grossièrement par des drainages pour assainir les vignes.

N° 2. — Sur la même rive, la source de « *Mas de Gillard-Buisson* » se trouve dans les mêmes conditions que la précédente, mais est plus éloignée des vignes et plus profonde.

N° 3. — Sur la rive droite, en face du château de *Boissieu*, territoire de La Flachère, se trouve la source de la *Grande Terre*, source, ou plutôt groupe de sources, très abondantes au bas d'un talus très incliné ; ce sont des sources très profondes.

Le gissement de ces trois sources est le même : elles proviennent d'une nappe d'eau retenue sur la terrasse de *La Flachère-Boissieu* par une barre de callovieu imperméable et recouverte d'alluvions glaciaires assez sableux à leur base. Le torrent de Boissieu s'est creusé un lit profond d'abord dans les dépôts glaciaires, ensuite dans les marnes, rompant la barre callovienne, de sorte que les eaux n'étant plus retenues sur ce point, sont venues

former des sources sensiblement au même niveau, à droite et à gauche.

La source N° 3 se présente dans les meilleures conditions au point de vue de l'hygiène; elle est profonde, traverse des lits sableux et est relativement à l'abri des infiltrations de surface contaminées par la nature argileuse des terrains qui surmontent son gisement.

Source de la GRANDE TERRE: M. DODERO, en 1910, fit une analyse.

Résidu à 110°.....	319,4
— après calcination.....	204,4
— — — et carbonisation.	295,4
Degré alcalimétrique en Carbonate Ca..	281,3
Acide sulfurique en sulfate chaux.....	12
Evaluation des matières organiques en O.	0,9
Ammoniaque	0,03
Azotites	0,01

Très bonne eau potable.

En 1927, M. ABONNENC fit une autre analyse:

Eau limpide, sans odeur, saveur agréable.

Degré hydrotimétrique.....	29°
— — permanent	5°
Extrait sec.....	368
— — après calcination.....	325
Perte au rouge.....	43
Degré alcalimétrique en CO ³ Ca.....	280
Chaux en CaO (moins carbonates).....	16
Magnésie en Mgo.....	6
Sulfates en SO ³	27
Chlorures en NaCl.....	13
II ² S	néant

Ammoniaque	traces
Nitrites	néant
Gaz carbonique.....	4
Azotates en NO^3H	2,5

Bien que chargée en carbonate calcium, cette eau, vue sa faible teneur en substances organiques, peut être admise comme potable.

C'est une source très bien aménagée, d'un débit peu variable qui débite 117 litres à la minute.

Au point de vue bactériologique :

1° Analyse *Quantitative* :

- a) 24 germes par C^3 , dont :
4 liquéfiantes jaunâtres.

Cette eau se place donc dans la catégorie d'une eau très pure.

b) Une huitaine de moisissures par C^3 .

c) Pas trouvé d'anaérobies.

2° Analyse *Qualitative* :

a) Moins de 20 microbes dits de contamination.

b) Non trouvé d'espèces à significations spéciales.

Pour la source *Gillard-Buisson* : Une analyse de *Doderro*, en 1913 :

Résidu à 120.....	332,4
— après calcination.....	200,5
Degré alcalimétrique en CO^3Ca	258,8
Acide sulfurique en sulfate de chaux....	21
Chlorures en NaCl	4
Evaluation matières organiques en O..	1,2
Ammoniaque	0,02
Azotites	0,005

Analyse de ABONNENC, en 1927 :

Eau de limpidité moyenne, sans odeur, saveur agréable.

Degré hydrotimétrique total.....	30
— — permanent	7
Extrait sec.....	375 m/gr.
— après calcination.....	332
Perte au rouge.....	43
Degré alcalimétrique en CO^3Ca	283
Chaux en CaO (moins carbonates).....	20
Magnésie en MgO	10
Sulfates en SO^3	34
Chlorures en NaCl	20
H^2S	néant
Nitrites	traces
H^2S	»
Gaz carbonique.....	5
Azotates en NO^3H	2,8

Eau calcaire, vu sa faible teneur en substances organiques, on peut l'admettre comme potable. Au point de vue chimique, elle est cependant de qualité un peu inférieure à celle de la source *Grande Terre*.

Le Docteur PERRIN s'est occupé d'en faire l'analyse :

Analyse *Quantitative* :

a) 70 germes par cm^3 , dont :

Aucun chromogène.

Une dizaine de liquéfiant.

Donc : c'est une eau dite très pure.

b) 10 moisissures par cm^3 .

c) Pas d'anaérobies.

C'est une source d'un débit peu variable, environ 58 litres à la minute.

CHAPAREILLAN

Chapareillan, au pied du Granier, se trouve à une quarantaine de kilomètres de Grenoble, sur la route de Chambéry. Cette commune est alimentée en eau potable par la Source des Eparres, située dans la forêt du Boutat, sur les flancs du Mont Granier, dans un ravin boisé à l'altitude d'environ 940 mètres, à 2 kil. 800 à l'Ouest du chef-lieu de la commune de Chapareillan. Elle fournit un débit d'environ 150 litres à la seconde, en temps ordinaire, donnant encore 17 litres pendant la sécheresse. L'eau est en tout temps fraîche et limpide. D'après le rapport de M. le Professeur KILIAN.

Le massif du Granier est constitué par une série d'assises du crétacé inférieur, de perméabilité très diverse et reposant sur les calcaires tithoniques (calc. de la Porte de France), de Bellecombe et Bellecombette. Ces assises offrent une disposition spéciale en fond de bateau (voir la figure), qui permet aux eaux des calcaires urgoniens fissurés du sommet et des calcaires roux, du Fontanil, très perméables, de s'amasser au contact des marnes valanginiennes très imperméables, qui empêchent leur descente en profondeur et déterminent l'écoulement de leur trop plein sur le bord du synclinal, moins élevé au-dessus

Chapareillien

Myne du Gravier

Gault

Source
des Epaves

Dellecombelette

Col du Grène

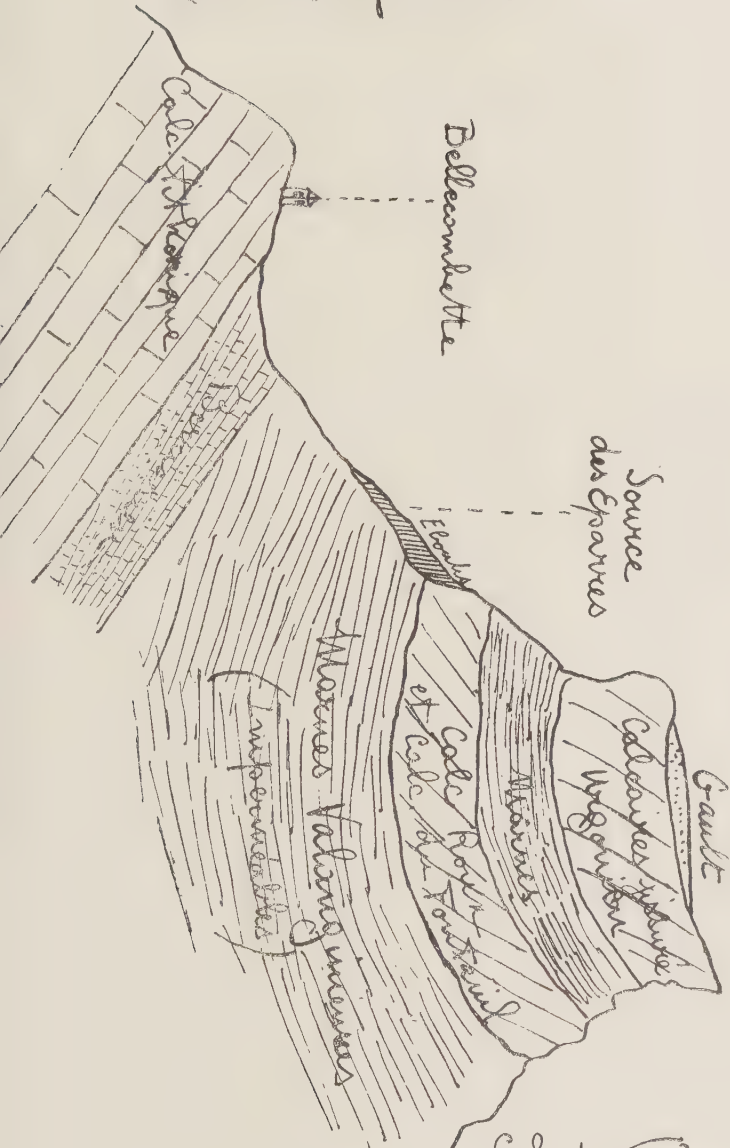
Calcaires de la
Vierge
Mousses
Col de la Vierge
et Col de la Fontaine

Mousses Valanginennes

(Impressurables)

Col de la Vierge

Chapareillien



de Bellecombe que du côté du Col du Frêne et de la vallée d'Entremont.

La région qui alimente la source des Eparres est complètement boisée et inhabitée; elle est soumise au régime forestier, donc très salubre et, selon toute probabilité, destinée à demeurer telle pendant un temps illimité.

Ces conditions sont donc, au point de vue salubrité, excellentes et mieux, exceptionnelles.

Analyse chimique

Degré hydrotimétrique.....	11
Extr. sec à 100°.....	152 m/gr.
Extr. au rouge.....	116 m/gr.
Différence	36
Silice en Si O ²	5,6
Alumine de fer en Al ² O ³ Fe ²	2,4
Chaux en CaO.....	63,6
Magnésie en Mg O.....	2,7
Potasse en Ko.....	36,2
Sulfates en SO ³	11,7
Chlorures en Cl.....	0,6
Ammoniaque	»
Nitrates	3,4
Matières organiques en oxygène...	0,68

Signé: ROUAULT,

Laboratoire Agricole de l'Isère.

EAUX MINÉRALES

L'ABBAYE-LES-BAINS

Dans la banlieue de Grenoble, sur la rive gauche de l'Isère, se trouve, à la Bajatière, un Etablissement de bains, comportant une piscine froide, chauffée par les rayons du soleil, et une buvette où l'on peut consommer une eau sulfureuse.

Cette source n'est ni autorisée, ni exploitée et est tombée dans l'oubli. Seule, la piscine, reçoit, l'été, un grand nombre de baigneurs qui y viennent par hygiène et plaisir, mais non à un titre médical quelconque.

ANALYSE DE LORY, EN 1872 :

H ² S	0,003
NaCl	0,015
Sulfate Magnésie.....	0,07
Sulfate de chaux.....	0,014
Sulfure Ca.....	0,006
Carbonate Ca.....	0,115
Carbonate Mg.....	0,05
Silice	0,07

Dans le quartier de *l'Abbaye* et de la Croix-Rouge, d'autres analyses furent faites: une première pour le

puits foré Gommard, fontaine fluante, 11 mètres de profondeur.

Degré Hydrot.....	21°
Chlorures	néant
Sulfates	traces faibles

Une Deuxième: Source Vieux-Ferlat :

Degré Hydrot.....	20°5
Chlorures	0
Sulfates	traces faibles

Une Troisième: Pompe Galle, à la Croix-Rouge, eau venant de 13 mètres de profondeur :

Degré Hydrot.....	23°5
Chlorures	0
Sulfates	réaction assez forte
Carbonate Ca	0,216 p. litre

L'eau du puits foré *Ferlat* jaillissant au-dessus du niveau du sol et ayant une saveur sulfureuse très sensible. Le principe sulfuré a été dosé séparément à la source même, par la méthode sulfhydrométrique. On a trouvé, par litre d'eau, l'équivalent de 3/10 de m/gr. d'H²S, en d'autres termes, 1/5 de cm³ de ce gaz, sous la pression ordinaire (environ 40 à 50 fois moins que dans l'eau d'Uriage). L'eau étant alcaline, ce principe doit être, en réalité, à l'état de sulfures alcalins.

M. LORY nous dit : « Je suis porté à croire que ce sulfure provient d'une réduction partielle du sulfate de chaux par des matières végétales, peut-être par filtration des eaux pluviales qui alimentent ce puits, à travers les terrains tourbeux de St-Martin-d'Hères. »

L'ILE-VERTE

M. LAPRAS, dans sa thèse sur les eaux minérales, département de l'Isère, a signalé une source qui sourd dans le lit de la rivière du même nom, sur la rive gauche. On voit là plusieurs filets laissant un dépôt ferrugineux sur les cailloux.

Le forage de plusieurs puits a démontré, en effet, l'existence d'une nappe aquifère à 8 ou 10 mètres de profondeur, sous la plaine de Grenoble.

Au service des Mines, nous avons recueilli les renseignements suivants : dans toute la plaine qui entoure Grenoble, il existe de 1 à 4 mètres, un courant d'eau qui paraît provenir d'une infiltration du Drac et se jetant dans l'Isère. A 8 ou 10 mètres, on rencontre des eaux alcalines ferrugineuses dont le débit n'est pas connu.

En 1869, des personnes voulant tirer partie de cette source et créer à Grenoble un Etablissement Thermal, Ch. LORY fit l'analyse et les conclusions suivantes :

Cette eau donne des indices manifestes de matières organiques et de sulfures alcalins. Elle ne contient pas de chlorures et très peu de sulfates.

Degré hydrotimétrique total..... 33°
dû, en partie, à une proportion notable
de sels de magnésie.

Carbonate de chaux..... par litre. 0,23

Carbonate de magnésie..... — 0,085

De plus, il y a une petite quantité de Bicarbonate alcalin.

Et M. Ch. LORY concluait : Cette eau est trop fai-

blement minéralisée et trop mal caractérisée dans ses principes pour être considérée comme eau minérale. L'absence de chlorures et le peu d'abondance de sulfates, la distinguent nettement des eaux de puits de la ville et des eaux qui reçoivent des infiltrations de fumier. Ainsi, elle n'appartient pas à la première nappe que l'on trouve généralement sous la plaine de Grenoble. Les matières organiques et les traces de sulfures alcalins qu'elle renferme, doivent provenir d'une couche de limon noir fétide, imprégnée de sulfure de fer.

Une analyse de la même époque, d'un puits foré, à Grenoble, au bas de la rue Saint-Laurent, donnait :

CO ³ Ca, par litre.....	0,25
Sulfates.....	réaction très forte.
Chlorures	— — —

Et Ch. LORY concluait : cette eau est analogue à celle de tous les puits de la ville.

L'eau de l'*Isère*, essayée le même jour (18 Juin 1870), donnait :

Degré hydrotimétrique.....	17°
Sulfates	réaction assez forte.
Chlorures	traces faibles.

BOUQUÉRON

Bouquéron est un château qui domine la plaine du Grésivaudan, on y accède par la route de Corenc, 1 kil. 500 avant cette commune.

Les sources continuent à couler, mais le propriétaire actuel du château laisse inemployé ce revenu minéral.

L'Etablissement de Bouquéron fut ouvert pour la première fois, le 1^{er} mai 1873.

Les traitements étaient répartis en 3 corps de bâtiments spéciaux :

a) Les anciens bains ou Bains de la Chapelle, situés dans un bâtiment de 20 mètres de longueur divisé en 2 parties : l'une pour les femmes, l'autre pour les hommes ; chaque quartier contient 1 piscine doublée de faïence où l'eau coule constamment et se renouvelle sans interruption. A ces piscines étaient attenantes : 1° des cabinets de toilette avec lits de repos pour les sudations et 2° quatre étuves à air chaud chargées de vapeurs de térébenthine.

b) 1 Pavillon de 30 mètres de long de douches, divisé en 2 quartiers pour les 2 sexes, comprenant chacun : 1° Un bassin tapissé de marbre mosaïque où coulent 8 douches de formes variées et animées d'une pression verticale de 12 mètres. Elles étaient alimentées directement par les sources sans élévation artificielle par des pompes.

Cette disposition leur assurait une température froide et constante de 10° en toute saison.

2° 8 bains locaux et douches locales plus huit cabinets de toilette.

c) 1 chalet rustique renfermant toujours en 2 quartiers : 8 cabinets de bains tièdes et de vapeur à l'eau de bourgeons frais de sapins.

A ces locaux, destinés au traitement, se trouvaient réunis :

6 appartements pour loger les baigneurs, des réfectoires, cuisines, salons, salle de billard, chapelle.

4 Sources alimentaient l'Etablissement :

1° Chantemerle ;

2° Vieille sauvage.

Sourdent à 1.500 mètres de l'établissement et sont conduites par la même canalisation; elles ont l'une et l'autre une minéralisation semblable qui présente une grande analogie avec les eaux d'Evian. Une analyse du professeur GUEYMARD, 1876, révèle une quantité assez peu notable de silice.

Analyse des Sources du Rachais (Chantemerle et Vieille Sauvage), de Gueymard, 1876:

<i>Eau 1 litre</i>	
Bicarbonate de chaux.....	0,2203
— magnésie	0,0050
— soude	0,0210
— potasse	0,050
Phosphate chaux.....	0,0026
Chlorures alcalins.....	0,0017
Silice	0,0005
Gaz indéterminé.....	Quantité non évaluée
<i>Total</i>	<u>0,2563</u>

Ce sont donc des eaux bicarbonatées sodiques, faibles et légèrement siliceuses, incolores, inodores, saveur légèrement sucrée.

T° à source 8 à 9° — à l'établissement: 9 à 10°.

Le débit est utilisé pour Corenc et La Tronche.

L'établissement en reçoit 2.000 hectolitres en 24 heures;

3° Source La Belley, eau bicarbonate calcaire à 24° centigr. de résidu par litre; n'est employé qu'aux usages domestiques de l'établissement. T° 10°, débit 230 hectolitres par 24 heures;

4° Source Fontaine Gallante, T° 7 à 8° débit pour la part établissement; 18.000 hectolitres en 24 heures; eaux simplement douces et potables, très peu minéralisées et particulièrement silicieuses, destinées spécialement à l'hydrothérapie.

AUTRES SOURCES DU RACHAIS

1° Sur le coteau de Bouquéron on rencontre de nombreuses sources venant du Rachais. En 1869, Ch. LORY fit l'analyse d'une source remise par le Général FIERCK :

Degré hydrotimétrique.....	32°5
Carbonate de chaux.....	0,285
Sulfates : Réaction un peu plus forte que celle des Fontaines de Grenoble.	

Chlorures : Traces minimales.

Matières organiques : Néant.

Elle peut être employée comme eau de table, mais elle est nécessairement incrustante;

2° Au bas du même coteau, une autre source, celle de M. VERDEAU, fut analysée en hiver par Ch. LORY :

Degré hydrotimétrique.....	55°
Carbonate de chaux par litre.....	0.418
Sulfates Réaction très marquée.	

C'est une eau fortement incrustante et de mauvaise qualité.

Cette même eau, analysée en avril, a donné :

Carbonate de chaux.....	0.424
Degré hydrotimétrique.....	55°

C'est-à-dire sensiblement la même composition.

CORENC

Corenc est bâti sur un mamelon de calcaire dur, grenu, d'un gris bleuâtre très foncé et ferrugineux, prenant par altération une couleur ocreuse. Cette commune, située sur la route de la Chartreuse, à 6 kilomètres de Grenoble, au pied du Saint-Eynard, domine la vallée du Grésivaudan.

Au point de vue domestique, Corenc reçoit la même eau que La Tronche et Meylan. Ces trois communes sont alimentées par la Source de Fontaine Galante.

Corenc possède des sources minérales inutilisées. Une source, probablement celle dite du Bachet, jaillit d'un mamelon calcaire par plusieurs filets, d'un débit très faible; on la retrouve dans la propriété de M. BARRAL et celle de M. DUGUEYT.

Dans le guide des eaux minérales de l'Isère, on retrouve l'analyse suivante, due à M. GUEYMARD, en 1861 :

Source du Bachet, peu abondante, sulfureuse, sodique, froide.

	<i>par litre</i>
Acide sulfhydrique	0,08
Carbonate chaux.....	0,0255
Carbonate magnésie.....	0,0295
Carbonate soude.....	0,600
Sulfate de soude.....	0,105
Na Cl.....	0,175
Sulfure Na.....	0,014
<i>Total.....</i>	<u>0,984</u>

Une autre analyse de NIEPCE :

CO ²	49 cc.
H ² S	15 cc. 25
Carbonate chaux.....	0,060
Carbonate magnésie.....	0,085
Sulfate de soude.....	0,125
Sulfate Ca.....	0,027
Sulfate Mg.....	0,035
Na Cl.....	1,420
Carbonate chaux.....	0,053
Iode	trace

Dans sa thèse, M. LAPRAS, Pharmacien, parlant de ces eaux, s'exprime ainsi :

« Ce sont des eaux chloro sulfatées froides (15°), paraissant en relation avec les terrains triasiques du bord de la Chaîne de Belledonne, qui ont leur continuation en profondeur sous le massif de la Grande-Chartreuse.

LA TERRASSE

La Terrasse est située à 23 kilomètres, sur la route de Grenoble à Chambéry. Il y existait, autrefois, une source minérale, aujourd'hui il coule un filet; il s'est produit des glissements de terrains, c'était la source minérale des « *Combettes* », connue de toute antiquité, employée par les gens du pays avec succès, dans toutes les affections de la peau et les plaies chroniques. Sa minéralisation la classe dans les eaux mixtes, sulfurées, chlorurées, sodiques et calciques.

Une ancienne affiche publicitaire annonçait : « Peut être employée avec avantage dans les affections de la

peau dépendantes du rhumatisme et de la goutte, les affections herpétiques, les maladies chroniques de la gorge, l'acné, la couperose, les affections des bronches, la diarrhée chronique, etc..., elle est très avantageuse aux convalescents. »

Cette source fut amenée en 1874 dans le clos de M^{me} GUILLET, où l'on construit dans une ancienne orangerie un Etablissement de bains placé sous la direction du Docteur RICCI. En 1875, l'Académie de Médecine donna un avis favorable; enfin, en 1880, l'Etablissement reçut l'autorisation ministérielle.

L'eau était utilisée en boisson (à la dose de 4 à 8 verres par jour); en bains et en douches, l'Etablissement pouvait recevoir 10 baigneurs à la fois et possédait une piscine.

En 1880, l'Etablissement eut un beau succès, on y vit plus de 200 baigneurs et 4.000 bouteilles furent vendues ou consommées sur place.

Charles LORY fit l'analyse de la source GUILLET :

Carbonate soude.....	0,280
— de chaux.....	0,125
— de magnésie.....	0,046
Sulfate de magnésie.....	0,048
Sulfate de soude.....	0,355

0,854

Il concluait : Dans l'eau, à l'état naturel, les carbonates neutres doivent être remplacés par une proportion correspondante de bicarbonates. Cette eau est sulfureuse à la source, mais les bouteilles ne contenaient plus qu'une trace de sulfures alcalins correspondante à environ 1/7 seulement de cc. d'hydrogène sulfuré par litre d'eau.

Une analyse antérieure de M. le Professeur BRETON, de l'Ecole de Médecine de Grenoble, signale une quantité notable de silice.

En résumé, c'est une eau légèrement alcaline et saline avec traces de sulfures alcalins.

Les eaux étaient amenées à l'Etablissement par une canalisation de 700 mètres. La source était dans les calcaires schisteux presque noir feuilleté, se délitant rapidement et donnant des effervescences blanches dans les déblais. La direction et l'inclinaison des couches se rapportent à la direction générale et à l'inclinaison des couches de calcaires oxfordiens de la vallée de l'Isère formant les premiers escarpements de la rive droite, mais la couleur et la contexture de la roche paraissent se rapporter davantage aux calcaires du lias qui forment les coteaux de la rive gauche.

L'eau s'échappait en deux filets par les fissures de la roche, à une température de 13°. Une petite chaudière chauffait l'eau pour les besoins de l'Etablissement. M. LAPRAS croit que cette eau se minéraliserait dans un long circuit hydrominéral dans le trias qui recouvre les flancs de la chaîne de Belledonne.

Plusieurs analyses furent faites de cette source, c'est ainsi que nous en avons retrouvée une de 1861, dans le guide des eaux minérales du département de l'Isère, en voici le rapport :

« Eau minérale de *La Terrasse*, remise de la part de M. le Docteur RICCI. Dans l'état où cette eau a été remise au laboratoire, elle a donné, par l'azotate d'argent, une trace légère de chlorure et une faible trace de sulfures alcalins — des traces légères de sulfates, une faible

trace de chaux (probablement à l'état de sulfates) — mais son caractère particulier était d'être notablement alcaline, on a trouvé, pour un litre d'eau, dans un essai :

Bicarbonate soude..... 0,86

Dans l'autre :

Bicarbonate soude..... 0,90

D'après les détails fournis ultérieurement, il paraît qu'à la source cette eau est très notablement sulfureuse et c'est, sans doute, parce qu'elle était déjà anciennement recueillie et mal bouchée qu'elle ne contenait plus que de très faibles traces de sulfures et que le sulfure de sodium s'y trouvait changé en bicarbonate de soude.

Le Docteur NIEPCE nous a laissé un autre résultat d'analyse :

— Source sulfurée calcique jaillissant du calcaire jurassique débitant 4.500 litres par 24 heures :

Azote	0,011
CO ²	0,083
H ² S	0,017
CO ³ Ca	0,148
CO ³ Mg	0,025
CO ³ Fe	0,008
SO ⁴ Na ²	0,029
SO ⁴ Ca	0,059
SO ⁴ Mg	0,085
SO ⁴ Al	0,005
Phosphate Ca	0,012
NaCl	1,205
CaCl ²	0,007

Conclusions

Les sources minérales que l'on rencontre dans la bordure sud-est et sud-ouest du massif de la Chartreuse sont rares.

Deux seulement furent autorisées par l'Académie de Médecine et fréquentées par les baigneurs, ce sont celles de Bouquéron semblable à celles d'Evian et celles de La Terrasse, chlorosulfureuse accidentelle. A Corenc, il existe une source sulfurée sodique froide, très anciennement connue, mais jamais utilisée. A l'Abbaye, dans la banlieue de Grenoble, on trouve une source sulfureuse. Enfin, à l'Ile-Verte sourd dans le lit de l'Isère à basses eaux une source faiblement minéralisée et mal caractérisée dans ces principes, renfermant des traces de sulfures alcalins qui, selon toute vraisemblance, doivent provenir d'une couche de limon noir fétide imprégné de sulfures de fer.

Les sources d'eau potable, c'est-à-dire celles pouvant servir de boissons aux hommes et aux animaux sont, par contre, très nombreuses. Quelques-unes se ressemblent, mais plusieurs ont des origines qui les différencient. A Bernin, La Buissière, St-Vincent-de-Mercuze, Saint-Pancrasse, Le Sappey, Lumbin, Voreppe, nous voyons les

eaux s'infiltrer à travers les calcaires fissurés ou le plus souvent à travers des éboulis glaciaires jusqu'au moment où elles arrivent au contact de terrains marneux, elles réapparaissent alors à l'extérieur sous forme de sources.

A Crolles, il n'en est pas tout à fait de même, les eaux pénètrent dans les calcaires et s'amassent dans des fissures ou dans des cavernes ayant un fond marneux.

Les eaux de La Flachère circulent dans des terrains calcaires de plus en plus imperméables et réapparaissent sous forme de sources lorsqu'elles rencontrent des terrains marno-calcaires.

A Lumbin; on se trouve en présence d'une masse d'éboulis énorme qui constitue un périmètre d'alimentation exceptionnel; au contact de la roche, au-dessous se forme une nappe d'eau qui alimente plusieurs sources sur le pourtour de l'éboulis.

Enfin, à Montbonnot, un ancien cône torrentiel fait de graviers calcaires et unis par une terre plus ou moins argileuse, constitue une précieuse réserve d'eau souterraine.

Nous avons également rencontrés dans nos recherches, une source dite Vauclusienne, au Fontanil.

Par cette étude, nous avons pu nous rendre compte que toutes les communes de la bordure sud-est et sud-ouest du massif de la Chartreuse sont alimentées, d'une façon générale, par des eaux de très bonne qualité et presque toujours bien protégées des pollutions par les forêts qui les entourent.

La recherche des sources dans ces pays de montagne soulève des questions compliquées, des difficultés qui

déroutent tous les procédés de la pratique commune et qui ne peuvent être résolues que par une étude attentive de la disposition des couches de terrain.

Vu :

LE DOYEN,
JEAN LÉPINE.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
L. BARRAL.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 10 Juin 1929.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
GHEUSI.

Bibliographie

- DENIGES. — *Traité chimique analytique.*
PERRIN ET PAUL MATHIEU. — *Les Eaux Minérales.*
MOLIEUX. — *Précis d'analyse chimique des Eaux Minérales.*
PELLERIN. — *Traité des matières alimentaires.*
CARNOT. — *Chimie Minérale.*
ANNUAIRE DES DISTRIBUTIONS D'EAU 1903.
SPELUNCA. — *Bulletin de la Société de Spélilogie*, 34, rue de Lille, Paris.
HENRI FERRAND. — *Les Montagnes de la Grande-Chartreuse*, Grenoble, Grattier 1899.
E.-A. MARTEL. — *Cavernes Grande-Chartreuse et Vercors.* Ann. S. T. D. 1899.
C. BUISSON. — *Carte du massif Chartreuse au 20000° en 5 feuilles*, Paris, Barrères, 1918 C. A. F. et T. C. F.
TOPO-GUIDE du Massif Chartreuse Union des Syndicats d'Initiative du Pays de Chartreuse au 30000°, 6 feuilles.
BLANCHARD. — *Les Alpes Françaises.*
AUSCHER. — *La Chartreuse.*
ANDRÉ CHOLLEY. — *Les Préalpes de Savoie.*
TOUPLAIN. — *Analyse Générale des eaux. — Lois sur les Eaux potables.*
MARTEL. — *Les Eaux souterraines.*
LORY. — *Description Géologique Dauphiné.*
BARRAL. — *Précis d'analyse Chimie qualitative quantitative.*
BAUCHET. — *Analyse chimique et bactér. des Eaux potables.*

- TREDWELL. — Chimie analytique qualitative et quantitative.
GUILLERD. — Notion Hydrologique applicable à l'Hygiène.
Bactérie des Eaux.
REVUE DU T. C. F. (Janvier 1919). Trou du Glas.
ANNUAIRE C. A. F. — P. 773 1875.
REVUE DU T. C. F. — Janvier 1919.
GUIDE BLEU JOANNE. — Dauphiné Edition 1924.
DAUPHINÉ JOANNE. — 1905.
R. BLANCHARD. — Précipitation atmosphérique en Chartreuse.
Revue Travaux Géog. Alpine, Grenoble 1919.
V. PAQUIER. — Contribution à géologie rive droite Isère entre
Chambéry et Grenoble.
KILIAN. — Dislocation de la montagne de la Bastille.
D. HOLLANDE. — Extrémité Nord massif Grande Chartreuse.
KILIAN. — Sur les brèches zoogères du tithonique du Chevallon.
CH. LORY. — Essais Géologiques sur le Groupe de montagnes
de la Grande Chartreuse.
LORY. — Analyse eaux rivières et sources.
CH. LORY. — Etudes sur les terrains secondaires des Alpes.
CLOGNE. — Chimie Biologique.
MOLLIEX. — Précis d'analyse chimique des Eaux potables.
M. LORY. — Notice sur le Plateau jurassique du Nord de
l'Isère.
JADIN. — Précis d'hydrologie.
O. RECLUS. — L'Atlas Pittoresque de la France.
BARRAL. — Cours d'hydrologie.
FALLEX ET MAYREY. — La France.
BLANCHARD ET ARBOS. — La France memento.
VIDAL DE LA BLACHE. — La France.
HERVIER ET ST-LAGER. — Guide des Eaux minérales de l'Isère
1861.
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Dédicaces	3-4
Avant-Propos	5
Introduction	7
Histoire	13
Géographie et Géologie	15
Procédés analytiques	25
Lois et Décrets	55
SOURCES POTABLES :	
Voreppe	63
Le Fontanil	65
La Tronche	66
Le Sappey	74
Meylan	75
Bernin	77
St-Pancrasse	80
Petites-Roches	86
Crolles	89
Lumbin	92
La Terrasse	96
Le Touvet	102
Montbonnot	104
Ste-Marie-d'Alloix	106
St-Vincent-de-Mercuze	107
La Flachère	111
La Buissière	116
Chapareillan	120
EAUX MINÉRALES :	
Abbaye-les-Bains	124
Ile-Verte	126
Bouquéron	127
Corenc	131
La Terrasse	132
Conclusions	137
Bibliographie	141



